

1. ÜNİTE

KİMYANIN TEMEL KANUNLARI VE KİMYASAL HESAPLAMALAR



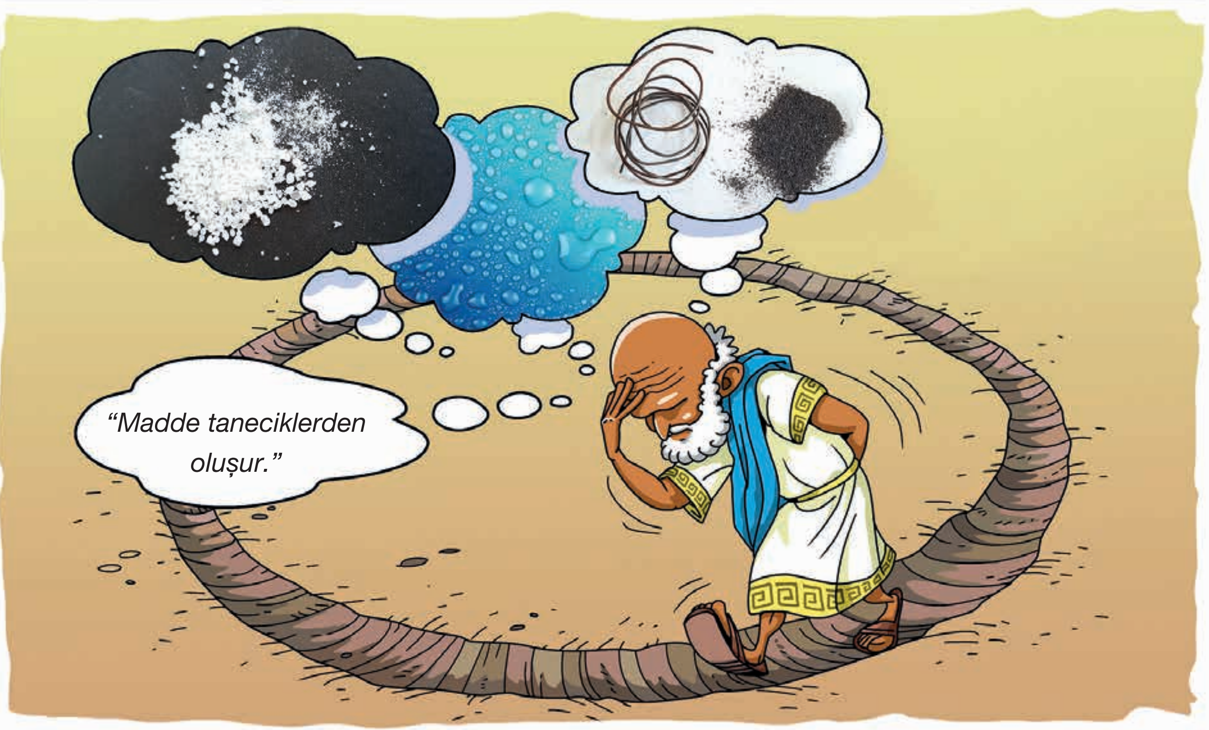
Yüzyıllardır insanlar, hastaları iyileştirmek için bitki ve hayvanlardan yararlanmaktadır. Hemen hemen her kültürde doğal ilaç kullanımı nesilden nesile aktarılmıştır. Örneğin Romalılar papatyayı baş ağrılarını gidermek, Hititler Anadolu'da yetişen çörek otunu ağrıları hafifletmek ve hazımsızlık için kullanmışlardır. Kızılderililer bir tür söğüt ağacının kabuklarını çiğneyerek vücut ateşlerini düşürmüş, ağrılarını gidermiştir. Günümüzde kimyacılar bitkilerden ilaç yapmaktadırlar. Bunun yanında bitkilerdeki ilaç görevi gören maddeleri belirleyip bu maddeleri yapay (sentetik) olarak da üretebilmektedirler. Örneğin; söğüt ağacının kabukları ateş düşürücü ve ağrı kesici özelliği olan ve aspirinin ana maddesini oluşturan asetilsalisilik asit içerir. Aspirin bu ağacın kabuklarından elde edildiği gibi günümüzde fabrikalarda salisilik asit, asetik asit, asetik anhidrit maddelerinin tepkimelerinden yararlanılarak da yapılmaktadır. Buradaki problem, üretime geçmeden önce başlangıç maddelerinden tepkime sonucunda ne kadar madde (aspirin) elde edileceğidir. İlaç yapımı önce laboratuvar ölçeğinde tepkimeye girecek maddelerin doğru miktarlarının hesaplanması ve ölçülmesi ile başlar. Buna göre tepkime gerçekleştirilir. Ürün (ilaç) miktarı hesaplanır. Sonrasında fabrikasyon üretime geçilir. Kimyasal süreçlerde miktar hesaplaması yalnızca ilaç sanayi ile sınırlı değildir. Kimyasal süreçlerin yer aldığı amonyak, asit, gübre vb. üretimlerde de ne kadar maddenin başlangıçta alınacağı ve sonuçta ne kadar madde elde edileceği tepkimeler üzerinden hesaplanır.

Bu ünitede kimyanın temel kanunlarını ve madde miktarı birimi olan mol kavramını öğrenmek, bu öğrenilenlerden yararlanarak kimyasal tepkimelerde hesaplamalar yapmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla üniteye başlamadan "Elementlerin sembolleri ve bileşik formülleri nasıldır? Kütle nedir? Atom kütlesi neyi ifade eder? Kimyasal tepkime nedir? Nasıl gösterilir? Neye göre sınıflandırılır?" sorularına yanıt verebiliyor olmanız beklenmektedir.

Bölümler

1. Bölüm

Kimyanın Temel Kanunları



Konular

1.1.1 Kütlenin Korunumu Kanunu

1.1.2 Sabit Oranlar Kanunu

1.1.3 Katlı Oranlar Kanunu

Kavramlar ve Terimler

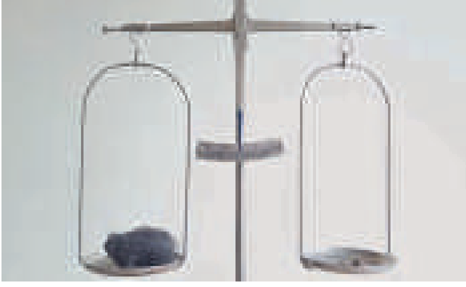
- Kanun
- Kütlenin korunumu
- Sabit oran
- Katlı oran

Bir demir parçası, bir bardak su, bir tuz kristali yekpare ve homojen görünür. Ancak gözlem ve deneyimlerimizden biliyoruz ki bu maddeler küçük taneciklere ayrılabilir. Maddenin taneciklerden oluştuğu MÖ 2500 yıllarında ortaya atılmıştır. Yunanlı filozof Demokritos bir maddeyi sonsuza kadar bölmenin mümkün olmadığını sonunda bölünmeyen bir taneciğe ulaşılacağını söylemiştir. Sonrasında bu tanecik atom olarak adlandırılmıştır. Demokritos'un atomla ilgili düşüncesinin deneysel kanıtlaması yoktu. Zamanın filozofları bu düşünceye “Madde taneciklerden (atomlardan) oluşuyorsa neden dağılmıyor?” diyerek katılmadılar. “Madde atom denilen taneciklerden oluşur?” genellemesine ilk kez deneysel kanıt sunan John Dalton'dır (Jon Daltın).

Bilimin çalışmalarından biri de düzenlilikleri araştırmak ve düzenliliklerden yola çıkarak genellemelere ulaşmaktır. Genellemeler, deney ve gözlemlerle tamamen desteklenip bulunduğu dönem ve koşullarda yanlışlanamıyorsa bilimsel kanuna dönüşür. Bilimsel kanunlar doğanın nasıl işlediğini tarif eder, betimler. Ancak neden böyle işlediğini (davrandığını) açıklayamaz. Teori ise doğanın neden bilimsel kanunun tarif ettiği şekilde işlediğini açıklar. Örneğin, “Kimyasal tepkimelerde kütle korunur.” kanunu doğada böyle olduğunu söyler. Ancak kütlenin neden korunduğunun açıklaması atom teorisi ile olur. John Dalton, atom düşüncesini (teorisini) üç temel kimya kanunu ile desteklemiştir. Bunlar kütlenin korunumu kanunu, sabit oranlar kanunu ve Katlı Oranlar Kanunudur.

1.1.1 Kütlenin Korunumu Kanunu

Bir parça ince bulaşık telini (demir yününü) yaktığımızda kütlesinin arttığını gözlemleriz (Resim 1.1.1). Bir mumu eşit kollu teraziye koyup terazi dengede iken yaktığımızda bir süre sonra mumun kütlesinin azaldığını gözlemleriz (Resim 1.1.2).



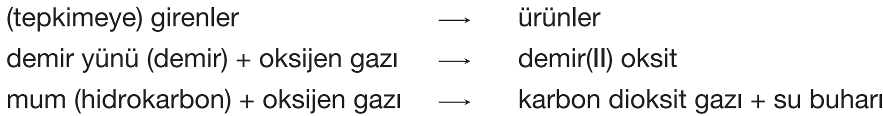


Resim 1.1.1: *Demir yünü açıkta yanarsa kütlesi artar.*

Resim 1.1.2: *Mum açık havada yakılırsa kütlesi azalır.*

Yanma sonucu mumun kütlesinin azalmasının, demir yününün kütlesinin artmasının nedeni nedir? Mumun kütlesinin azalması, mum yanarken mumdan madde ya da maddelerin ayrıldığını ve havaya karıştığını; demir yününün kütlesinin artması demir yününün havadaki madde ya da maddelerle birleştiğini gösterir.

Mumun yanması tepkimesinde mum, havadaki oksijenle tepkimeye girer ve karbon dioksit gazı ile su buharı oluşur. Demir yününün yanmasında ise demir havadaki oksijenle birleşerek demir(II) oksit bileşiğini oluşturur. Bu tepkimeleri aşağıdaki şekilde gösterebiliriz. Tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı ile ürünlerin kütleleri toplamını karşılaştırırsanız ne tür bir sonuç beklersiniz?



(tepkimeye) girenler ⟶ ürünler

demir yünü (demir) + oksijen gazı ⟶ demir(II) oksit

mum (hidrokarbon) + oksijen gazı ⟶ karbon dioksit gazı + su buharı

Mumun ve demir yününün yanması kimyasal tepkime olduğuna göre kimyasal tepkimede kütle kaybı ya da kazancı olur mu? Bunu nasıl belirleyebiliriz?

1. Etkinlik: Kütle kaybolur mu?

Amaç: Bir kimyasal tepkimede tepkime öncesindeki maddelerin kütleleri toplamı ile tepkime sonucu oluşan maddelerin kütleleri toplamını karşılaştırmak.



Araç Gereç

1. Demir tozu
2. Kükürt tozu
3. Kibrit
4. Bunsen mesnedi
5. Üç ayak
6. Bunsen kıskacı
7. Bağlama parçası
8. Balon
9. Lastik
10. Deney tüpü
11. Terazi
12. Bunsen beki ya da ispirto ocağı

İzlenecek Yol

1. İkişer kişilik gruplar oluşturunuz. 4 g kükürt tozu ile 7 g demir tozu tartınız. Tarttığınız kükürt tozunu önce, demir tozunu sonra olmak üzere deney tüpüne koyunuz ve hafifçe deney tüpünü sallayarak karışmalarını sağlayınız.



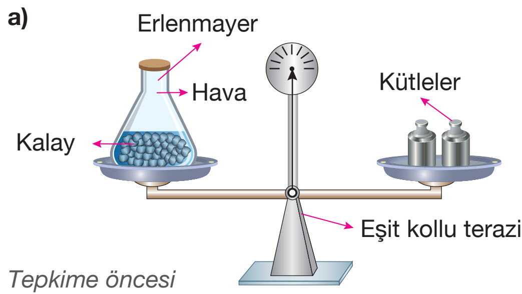
2. Deney tüpünün ağzına balonu geçirip lastik ile ağzını sıkıca bağlayınız. Deney tüpünü bu hâliyle tartınız ve tartım değerini not ediniz.
3. Deney tüpünü bunsen kıskacına fotoğraftaki gibi tutturarak deney düzeneğini kurunuz.
4. İspirto ocağını yakarak deney tüpündeki karışımı değişim bitene kadar ısıtınız. Deney tüpü soğuduktan sonra tekrar tartınız ve tartım değerini not ediniz.

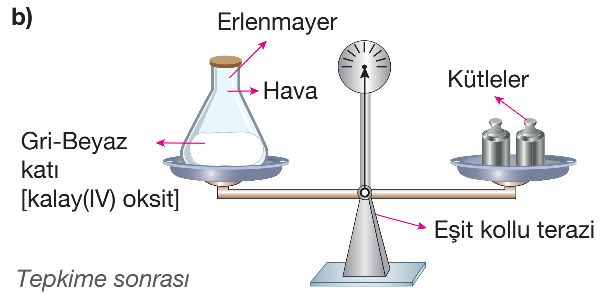
Sonuç

1. Demir ile kükürtü ısıtınca kimyasal tepkime oluştuğunun kanıtları nelerdir?
2. Birinci tartım ile ikinci tartım arasında fark var mıdır? Bu sonuç ne anlama gelir?
3. Deneyi balon kullanmadan yapsaydınız nasıl bir sonuç beklerdiniz? Balon kullanmaktaki amaç nedir?
4. Bir kimyasal tepkimede başlangıçtaki maddelerin kütleleri toplamı ile sonuçta elde edilen maddelerin kütleleri toplamı arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi kanıtlamak için başka nasıl bir deney önerirsiniz?
5. Deneyinizdeki tepkime demir + kükürt $\longrightarrow$ demir(II) sülfür şeklindedir. Buna göre başlangıçta aldığınız 7 g demir ve 4 g kükürtten kaç gram demir(II) sülfür elde ettiniz?

Fransız bilim insanı Antoine Laurent Lavoisier (Anton Louren Lavoziyer) sizin 1. Etkinlik'te yaptığınız gibi bilimsel deney ve ölçümler yaparak bir kimyasal tepkimede başlangıçtaki maddelerin kütleleri toplamının sonuçta elde edilen maddelerin kütleleri toplamına eşit olduğunu göstermiştir. Bu, **Kütlenin Korunumu Kanunu ya da Lavoisier Kanunu** olarak adlandırılır. Kütlenin Korunumu Kanunu'na göre bir kimyasal tepkimede madde ve enerji yok olmaz, yoktan da madde ve enerji oluşamaz. Madde ve enerji yalnızca başka madde ve enerjiye dönüşür.

Lavoisier, bir erlenmayer içerisine bir parça kalay atıp ağzını kapatmış ve bunları tartmıştır (Şekil 1.1.1, a). Daha sonra ağzı kapalı erlenmayeri ısıttığında gri – beyaz renkli bir maddenin [kalay(IV) oksit] oluştuğunu görmüştür. Bu durumda erlenmayeri tarttığında kütlenin ilk tartımdaki kütleyle aynı olduğunu belirlemiştir (Şekil 1.1.1, b).





Şekil 1.1.1: *Lavoisier'in kimyasal tepkimede kütlelerin korunduğunu ispatladığı bir deneyi*

Lavoisier yaptığı başka deneylerle kimyasal tepkimelerde toplam kütlenin değişmediğini göstermiştir. Konu girişindeki mumun ve demir yününün yanması gibi bazı tepkimelerde, kütle kaybı ya da kazancı varmış gibi görünebilir. Ancak, Lavoisier bunun tepkime sırasında gaz çıkışından ya da havadaki oksijenin maddeyle birleşmesinden kaynaklı olduğunu göstermiştir.

Kütlenin Korunumu Kanunu yalnızca kimyada değil, diğer bilim dallarında da geçerlidir.

Kütlenin Korunumu Kanunu ne işimize yarar? En basitinden, ham maddelerden kimyasal bir ürün üretiyorsak başlangıçta aldığımız maddenin ne kadar ürüne dönüşebileceğini teorik olarak hesaplayabiliriz.

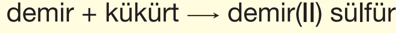
Tepkimede maddelerden bazılarının kütlelerini biliyorsak diğerini ya da diğerlerini hesaplayabiliriz.

Örnek

Bir bilim insanı, erlenmayere 14 g demir tozu koyuyor ve demir tozu üzerine bir miktar kükürt ekleyerek erlenmayerin ağzını lastik tıpa ile kapatıyor. Erlenmayeri yavaşça ısıtıyor. Deney sonunda erlenmayeri içindeki ile tartıp erlenmayerin darasını düştükten sonra 22 g demir(II) sülfür bileşiği elde ettiğini buluyor. Buna göre başlangıçta aldığı kükürt kaç gramdır?

Çözüm

Tepkime ifadesini yazıp başlangıçtaki kükürt miktarına x dersek.



demir + kükürt ⟶ demir(II) sülfür

14 g x g 22 g

14 + x = 22 ⟹ x = 8 g başlangıçta alınan kükürt

Örnek

27,3 g cıva(II) oksit ağzı açık bir deney tüpünde ısıtılıyor. Sonuçta 25,3 g cıva elde ediliyor. Çıkan oksijen gazının kütlesi nedir?

Çözüm

Kütlenin korunumu kanununa göre

cıva(II) oksitin kütlesi = cıvanın kütlesi + oksijenin kütlesi

27,3 g = 25,3 g + oksijenin kütlesi

oksijenin kütlesi = 27,3 - 25,3 = 2,0 g

1. Alıştırma

18,5 g odun yakılıyor. Geride 2,8 g kül kalıyor. Bu miktar odunun yanması için gerekli oksijen miktarı 1,9 g ise odundan ne kadar madde yanma sonucu havaya karışmıştır?

Biliyor musunuz?

Antoine Laurent Lavoisier (1743 - 1794)

Antoine Laurent Lavoisier oksijen ile çalışmalar yapmış, bu maddeye Yunanca “asit (oxys) oluşturan (genes)” anlamına gelen “oksijen” adını koymuş, insan vücudundaki ısının oksijen ile karbonun reaksiyonundan oluştuğunu ortaya atmıştır.



Lavoisier, kimya alanı dışında matematik ve hukuk okumuştur. Vergi tahsildarı olarak çalışmıştır. Farklı alanlarda çalışsa da kimyayı sevdiği için bu alana yönelmiştir. Büyük bir serveti olduğu hâlde kendini bilime adamış ve çok çalışmıştır. Dürüst ve düzenli bir kişiliği vardır. Eşi çalışmalarına destek olmuştur. Özellikle yabancı dildeki bilimsel yayınları Fransızcaya çevirmiştir.

1789 Fransız Devrimi’nden bir süre sonra haksız yere suçlanarak tutuklanan Lavoisier, 8 Mayıs 1794’te idam edilmiştir. Yaptığı bilimsel çalışmalar toplum ve kişilerin mutluluğu için yarar sağlamış, saygın bir insan olmasına rağmen ona karşı olanların duyduğu kin, kıskançlık ve cahillikleri Lavoisier’i ölüme götürmüştür.

1.1.2 Sabit Oranlar Kanunu

Bir karışımı, maddeleri farklı oranlarda karıştırarak hazırlayabiliriz. Örneğin tatlı şerbeti hazırlarken tercihimize göre şeker ve su miktarını ayarlayabiliriz. Bu durum gösteriyor ki şerbet karışımı oluşturulurken su ile şeker kütleleri arasında sabit bir oran yoktur. Oranı isteğimize göre değiştirebiliriz.

Peki, bir bileşikteki (örneğin tatlı şerbetinin şekerindeki ve sudaki) elementlerin kütlelerinin oranını isteğimize göre değiştirebilir miyiz? Başka bir deyişle bileşikler oluşurken elementler gelişigüzel miktarlarda mı bir araya gelmektedir? Bu sorunun yanıtını 2. Etkinlik'i ("Oranlar Sabit mi?") yaparak bulmaya çalışalım.

2. Etkinlik: Oranlar Sabit mi?

Amaç: Bakır(II) oksit (CuO) bileşiğindeki bakır (Cu) ve oksijen (O) elementlerinin kütle oranını belirlemek.

Araç Gereç

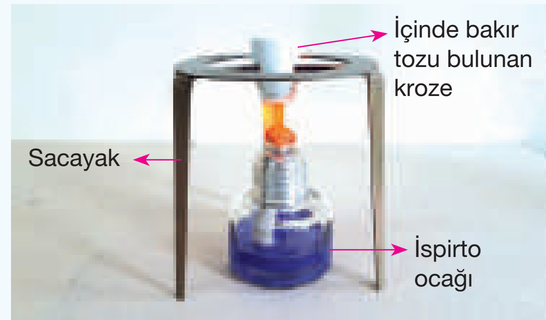
1. Porselen kroze
2. Bakır tozu
3. Baget
4. Spatül
5. Terazi
6. Bunsen beki ya da ispirto ocağı
7. Sacayağı
8. Pota pensi

İzlenecek Yol

1. İkişer kişilik gruplar oluşturunuz. Kuru ve temiz porselen krozeyi boş olarak tartınız.
2. Kroze içine 2 gram bakır tozu koyunuz.
3. Fotoğraftaki deney düzeneğini hazırlayınız.
4. Krozeyi (bakır tozunu) ısıtınız. [Bu sırada bakır(II) oksit oluşur. Bakır(II) oksit oluşumunun tamamlandığını, bakır renginin siyaha dönüşmesinden anlayabilirsiniz.]
5. Kroze soğuduktan sonra krozeyi pota pensi ile tutup teraziye koyarak tartınız. Bu tartım sonucunu kullanarak 2 gram bakırla birleşen oksijenin kütlesini hesaplayınız. Değerleri aşağıdaki gibi bir tabloya kaydediniz.
6. Bakır(II) oksitteki bakırın kütlesinin oksijenin kütlesine oranını bulunuz.
7. Deneyi 3 gram ve 4 gram bakır tozu kullanarak tekrarlayınız. Her seferinde bakır kütlesinin oksijen kütlesine oranını hesaplayınız ve tabloya kaydediniz.

Bakırın Kütlesi	Oksijenin Kütlesi	Bakırın Kütlesi / Oksijenin Kütlesi	Bakır(II) Oksitin Kütlesi
2 g			
3 g			
4 g			

Sonuç



1. 2, 3 ve 4 gram bakır alınıp bunlarla tepkimeye giren oksijen kütleleri oranlandığında nasıl bir değer ortaya çıktı? Bakırın kütlesinin oksijenin kütlesine oranı kaçtır?
2. 2, 3 ve 4 gram bakır tozu kullanarak bulduğunuz oran (bakırın kütlesi / oksijenin kütlesi), kullanılan bakırın kütlesine bağlı mıdır?
3. Bulduğunuz sonuçlara göre bakır(II) oksit bileşiği oluşurken elementlerin sabit oranlarda birleştikleri söylenebilir mi? "Tüm bileşikler oluşurken elementler sabit bir oranda birleşir." şeklinde bir genelleme yapabilir misiniz? Bu genellemeyi doğrulamak için başka nasıl bir deney tasarlarsınız?

Fransız kimyacısı Joseph Louis Proust (Josef Lui Prust) da 2. Etkinlik'teki deneye benzer deneyler yapıp benzer sonuçlar elde etmiştir. Proust, elde ettiği verilere göre "Sabit Oranlar Kanununu" tanımlamıştır. Bu kanuna göre, bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında değişmez, sabit bir oran vardır. Bu

oran, tepkimeye giren ya da tepkimede oluşan bileşiğin miktarından bağımsızdır. Diğer adı “Proust Kanunu” olan bu kanun, bileşiğin karışım ile arasındaki farkını ortaya koyar. Sabit Oranlar Kanunu bileşikler için geçerlidir, karışımlar için geçerli değildir. Bu kanun, bir bileşik oluşurken kullanılacak maddenin miktarının ya da kullanılan yöntemin oluşan bileşiğin bileşimi ve kendine özgü özellikleri üzerinde bir etkisi olmadığını gösterir.

Sabit Oranlar Kanunu’nu suyun oluşumu örneğinde inceleyelim:

18 gram suda 2 gram hidrojen, 16 gram da oksijen vardır. Hidrojenin kütlesinin oksijenin kütlesine oranı $\frac{m_H}{m_O} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$’dir. Bu durumda su bileşiğinde hidrojenin oksijene kütlece sabit oranı 1/8 olur. Başka bir deyişle 9 g su oluşurken (Hangi tepkimede oluşursa oluşsun.) 1 gram hidrojenle 8 gram oksijen birleşir. Sabit Oranlar Kanunu “Bir bileşiğin yüzde bileşimi sabittir.” şeklinde de ifade edilebilir. Buna göre suyun yüzde bileşimi (100 gram sudaki oksijen ve hidrojen kütleleri) aşağıdaki gibidir:

$$100 \text{ g su} \cdot \frac{8 \text{ g oksijen}}{9 \text{ g su}} \cong 88{,}9 \text{ gram oksijen ya da } \%88{,}9 \text{ oksijen}$$

$$100 \text{ g su} \cdot \frac{1 \text{ g hidrojen}}{9 \text{ g su}} \cong 11{,}1 \text{ gram hidrojen ya da } \%11{,}1 \text{ hidrojen}$$

Bileşikteki elementlerin yüzdeleri toplamının (88,9 + 11,1 = 100) 100’e eşit olduğuna dikkat ediniz.

Örnek

Sönmemiş kireç [kalsiyum oksit, (CaO)], kalsiyum ve oksijenden oluşmuş bir bileşiktir. Bileşikteki oksijenin kütlesinin kalsiyumun kütlesine oranı $\frac{2}{5}$’dir.

a. Buna göre 20 gram oksijen kaç gram kalsiyumla birleşerek kalsiyum oksit oluşturur?

b. Bu durumda kaç gram kalsiyum oksit bileşiği oluşur?

Çözüm

a. $\frac{2}{5}$ sabit oranına göre verilen oksijenin kütlesi (20 g) 10 kat artmıştır. Bu durumda kalsiyumun kütlesi de 10 kat artarak 50 g olacaktır. Yanıt, elementler arasındaki sabit kütle oranından yararlanarak 20 gram oksijenle birleşen kalsiyumun kütlesi,

$$\frac{m_O}{m_{Ca}} = \frac{2}{5} \Rightarrow \frac{2}{5} = \frac{20}{x} \Longrightarrow x = 50 \text{ g kalsiyum}$$

şeklinde hesaplanarak da bulunabilir.

b. Bu durumda 20 gram oksijen ile 50 gram kalsiyum birleşir ve 20 + 50 = 70 gram bileşik oluşur.

Sabit kütle oranı, element ve bileşik kütleleri arasında da yazılabilir. Öyleyse,

$$\frac{m_O}{m_{CaO}} = \frac{2}{7} \Rightarrow \frac{2}{7} = \frac{20}{x} \Longrightarrow x = 70 \text{ gram kalsiyum oksit,}$$ şeklinde de yanıta ulaşabiliriz.

Biliyor musunuz?



Joseph Louis Proust (1754 – 1826)

Proust, yaptığı deneylerle bakır(II) karbonat bileşiğindeki bakır, karbon ve oksijen kütlelerinin oranının sabit olduğunu göstermiştir. Farklı maddelerle benzer deneyler yapmış ve benzer sonuçlar elde etmiştir. Böylece Sabit Oranlar Kanunu’nu ifade etmiştir.

Proust’a göre, bir element değişik büyüklükteki taneciklerden oluşsaydı bileşiklerde böyle sabit bir oran olamazdı. Elementlerin sabit oranlarda birleşip bileşikleri oluşturması eşit büyüklükte taneciklerden yani atomlardan oluştuğunu gösterir.

Proust ayrıca ilk defa şekeri (glikoz) üzümden, saf olarak elde etmiştir. Bunun üzerine Napolyon tarafından kendisine şeker fabrikası açması teklif edilmiş ve fon sağlanmıştır. Ancak o parayı ve zenginliği değil, insanlığa daha faydalı olacağı bilimsel çalışmalara devam etmeyi seçmiştir. 1799 yılından 1812 yılına kadar her ortamda Sabit Oranlar Kanunu’nu tartışmış karşı çıkanlara yılmadan, sabırla deney sonuçlarını ve bulgularını açıklamıştır. Sonunda kanun, diğer bilim insanlarınca da kesin kanıtlanarak kabul edilmiştir.

2. Alıştırma

1. Alüminyum sülfür (Al_2S_3) bileşiğinde alüminyumun kütlesinin kükürtün kütlesine sabit oranı $\frac{9}{16}$'dur.

a. 100 gram alüminyum sülfür oluşturmak için kaç gram alüminyum ile kaç gram kükürt tepkimeye girmelidir?

b. Bileşikteki elementlerin kütlece yüzdeleri kaçtır?

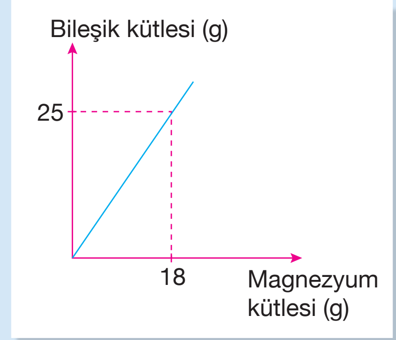
2. Yandaki grafik, magnezyum ve azot elementlerinin magnezyum nitrür (Mg_3N_2) bileşiğini oluşturmasına ilişkin verilerden çizilmiştir.

Bu grafiğe göre;

a. Elementlerin kütlece birleşme oranı nedir?

b. 20 gram bileşikteki elementlerin kütleleri kaçar gramdır?

c. Bileşiğin kütlece yüzde bileşimi nedir?



Araştırınız

Kütlenin korunumu kanunu ve sabit oranlar kanunu Dalton atom teorisini nasıl destekler? Tartışınız. Daha sonra bu konuyu internet kaynaklarından araştırarak tartışmadaki öngörülerinizin doğru olup olmadığını denetleyiniz.

1.1.3 Katlı Oranlar Kanunu

Dalton, sabit oranlar kanununu yorumlayarak "İki farklı elementten (dolayısıyla atomdan) hep aynı bileşik mi oluşur?" sorusuna yanıt aramıştır. Yaptığı deneyler sonucunda aynı iki elementin farklı bileşikler oluşturabildiğini gözlemlemiştir. Örneğin karbon (C) ile oksijen (O) elementlerinden karbon monoksit (CO) ve karbon dioksit (CO_2) olmak üzere iki farklı bileşik oluşur. Tablo 1.1.1'de bu bileşiklere ait bazı bilgiler yer almaktadır. İnceleyiniz.

***Tablo 1.1.1:** Karbon ve oksijenin oluşturduğu karbon monoksit ve karbon dioksit bileşiklerine ait bazı veriler*

Bileşiğin adı	*Bazı özellikleri*	*Molekül modeli*	*Formülü*	*Bileşikteki karbon kültesi (g)*	*Bileşikteki oksijen kütlesi (g)*	*Karbon kütlesinin oksijen kütlesine oranı*
Karbon dioksit	*Renksiz, kokusuz, fazlası boğucu gaz*		CO_2	*12*	*32*	$\frac{12\ g\ C}{32\ g\ O} = \frac{3\ g\ C}{8\ g\ O}$
Karbon monoksit	*Renksiz, kokusuz, zehirli gaz*		*CO*	*12*	*16*	$\frac{12\ g\ C}{16\ g\ O} = \frac{3\ g\ C}{4\ g\ O}$

Tablo 1.1 incelendiğinde, karbon dioksitte 12 g karbon ile 32 g oksijen, karbon monoksitte 12 g karbon ile 16 g oksijen birleşmiştir. Aynı miktar (12 g) karbonla birleşen oksijen miktarları görüldüğü gibi farklıdır. Karbon dioksitte 32 g, karbon monoksitte 16 g'dır. Bu iki bileşikteki oksijen kütleleri arasındaki oran $\frac{32}{16}=\frac{2}{1}$'dir. $\frac{2}{1}$ oranı, 1 karbon atomuna karşı karbon dioksitte 2, karbon monoksitte 1 oksijen atomu olması ile ilgilidir. Yukarıdaki gibi sonuçlar, Katlı Oranlar Kanunu'nu ortaya çıkarmıştır. **Katlı Oranlar Kanunu** "Aynı iki element, çeşitli bileşikler oluşturuyorsa bu elementlerden birinin sabit kütlesiyle birleşen diğer elementin kütleleri arasında tam sayılarla yazılabilen basit bir oran vardır." şeklinde ifade edilir. Bu ifadeye aynı zamanda **"Dalton Kanunu"** da denir.

Bileşiklerin Tablo 1.1'deki molekül modelleri ve formülleri dikkate alındığında Katlı Oranlar Kanunu'nun belirgin bir sonuç olduğu söylenebilir. Ancak bilim adamları bu deneysel kütle değerlerine göre bu formülleri önermektedirler. Yani formülden değil, kütle değerlerinden formüller çıkarılmıştır. Ayrıca bu kanunun ortaya atıldığı yıllarda henüz bileşik formüllerinin tam olarak bilinmediği de unutulmamalıdır.

Katlı Oranlar Kanunu'nun uygulaması ile ilgili aşağıdaki örnekleri inceleyiniz.

Örnek

H_2O bileşiğinde 2 g H, 16 g O ile birleşmiştir. H_2O_2 bileşiğinde ise 2 g H, 32 g O ile birleşmiştir. Buna göre iki bileşikteki oksijen kütleleri arasındaki katlı oran kaçtır?

Çözüm

İki bileşikteki hidrojen miktarı aynı (2 g) olduğundan H_2O'daki oksijen kütlesinin (16 g) H_2O_2'deki oksijen kütlesine (32 g) oranı (katlı oran) $\frac{16}{32}=\frac{1}{2}$'dir.

Katlı oran, element kütleleri verilmeden bileşik formüllerinden de bulunabilir. Örneğin CuO ve Cu_2O deki bakır atomları arasındaki katlı oran (oksijenler sabit olduğundan) $\frac{1}{2}$'dir. Oksijenler arasındaki oranı ise CuO formülünü Cu_2O_2 şeklinde yazarak bulabiliriz. Buradan bakır atomları her iki bileşikte (Cu_2O_2, Cu_2O) eşitlendiği için oksijenler arasındaki oran $\frac{2}{1}$ olur.

İki bileşiğin Katlı Oranlar Kanunu'na uyması aynı iki elementlerden oluşmaları, basit formüllerinin (Element atomlarının en basit oranını gösteren formül. Örneğin C_2H_4 ün basit formülü CH_2 dir.) farklı olması ve sabit tutulmayan elementin kütleleri oranının 1 olmaması koşuluna bağlıdır. Farklı elementlerden ya da ikiden fazla elementten oluşan, biri sabit tutulduğunda diğer elementin kütleleri arasındaki oranı 1 olan ve basit formülleri aynı olan bileşikler Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

Örnek

Aşağıda verilen bileşik çiftlerinden hangileri Katlı Oranlar Kanunu'na uygundur?

a. $NO_2 - N_2O_4$
b. $C_2H_4 - C_5H_{10}$
c. $C_3H_8 - CH_4$
ç. $CCl_4 - CH_4$
d. NaCl – KCl
e. $KClO_3 - KClO_4$

Çözüm

a. N_2O_4 formülündeki atom sayıları sadeleştirildiğinde (2'ye bölme) NO_2 formülü elde edildiğinden bu iki bileşik için Katlı Oranlar Kanunu uygulanamaz.

b. Aynı iki elementten oluşmuş farklı bileşikler olmalarına karşın formüllerdeki atom sayıları sadeleştirildiğinde aynı (CH_2) formül elde edildiği için Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

c. Birbirinin basit formülü olmadığından Katlı Oranlar Kanunu'na uyar.

ç. İki bileşik farklı element atomlarından (C, Cl, H) oluştuğu için Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

d. İki bileşik farklı element atomlarından (Na, Cl, K) oluştuğu için Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

e. Üç farklı element atomu (K, Cl, O) olduğu için Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

Örnek

Azot ve oksijenden oluşmuş iki bileşikten birincisinde 14 gram azot ile 8 gram oksijen, ikincisinde ise 14 gram azotla 24 gram oksijen birleşmiştir. Birinci bileşiğin formülü N_2O olduğuna göre ikinci bileşiğin formülü nedir?

Çözüm

Sorudaki bilgilere göre her iki bileşikteki azot miktarı (14 g) aynıdır. Bu durumda birinci bileşikte 2 tane N (azot) atomu olduğuna göre ikinci bileşikte de 2 tane N (azot) atomu olmalıdır. İkinci bileşiğin formülü N_2O_x şeklindedir.

N_2O_x bileşiğinde azotun oksijene kütlece oranı,

$\frac{2N}{XO} = \frac{14}{24}$ olur. Buradan, değişen oksijen miktarı,

$$\frac{N_2O_x\text{'deki oksijen miktarı}}{N_2O\text{'deki oksijen miktarı}} = \frac{24}{8} = 3 \text{ olur.}$$

Bu sonuç, N_2O_x'deki oksijen miktarının N_2O'daki oksijen miktarının 3 katı olduğunu gösterir.

Birinci bileşik N_2O olduğuna göre, ikinci bileşik N_2O_3 olur.

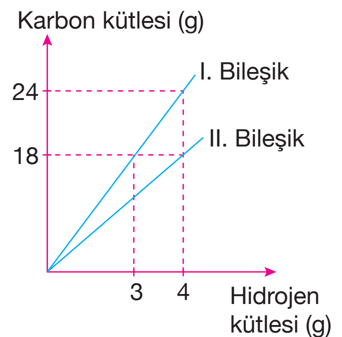
3. Alıştırma

Yandaki grafikte karbon ve hidrojenden oluşan iki farklı bileşikteki karbon ve hidrojen kütleleri verilmiştir.

a. Karbon miktarı sabit tutulduğunda katlı oran nedir?

b. Hidrojen miktarı sabit tutulduğunda katlı oran nedir?

c. 108 gram karbon içeren I ve II bileşiklerinin kütlelerini hesaplayınız.



1. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Kütlesi 50 g olan bir katı madde 120 g çözelti içine atılıyor. Tepkime sırasında gaz kabarcıkları çıkıyor. Çözelti, gaz çıkışı bittiğinde tartılıyor ve kütlesi 150 g bulunuyor. Buna göre, çıkan gazın kütlesi ne kadardır?
2. 75 g kalsiyum bromür ($CaBr_2$) bileşiğinde 60 g brom (Br) bulunduğuna göre bu bileşikteki kalsiyum (Ca) kütlesinin brom kütlesine oranı nedir?
3. Al_4C_3 bileşiğinde kütlece $\frac{Al}{C} = \frac{3}{1}$ birleşme oranı vardır. 72 g Al_4C_3 bileşiğinin % kaçı karbon (C)'dur?
4. X ile Y aralarında iki farklı bileşik oluşturmaktadır. Birinci bileşikte 12 g X ile 4 g Y birleşmiştir. İkinci bileşiğin ise kütlece %60'ı X'tir. Bu iki bileşikte X elementinin sabit miktarına karşılık Y elementinin kütleleri arasındaki katlı oran nedir?

B. Aşağıdaki ifadelerden doğru olarak düşündükleriniz için "D", yanlış olarak düşündükleriniz için "Y" harfini yay ayraç içine yazınız. Yanlış olarak düşündüğünüz ifadenin doğrusunu verilen boşluğa yazınız.

1. Kütlenin Korunumu Kanunu kimya dışındaki diğer bilimlerde de geçerlidir. (.....)

   ....

2. Sabit Oranlar Kanunu deneysel olarak ispatlanamaz. (.....)

   ....

3. Sabit Oranlar Kanunu, Lavoisier Kanunu olarak da bilinir. (.....)

   ....

4. "Karbon dioksitin %27,3'ü karbon, %72,7'si oksijendir." bulgusu Kütlenin Korunumu Kanunu'nun sonucudur. (.....)

   ....

5. "Kükürt trioksitteki oksijen kütlesinin kükürt dioksitteki oksijen kütlesine oranı $\frac{3}{2}$'dir." ifadesini Katlı Oranlar Kanunu'nu açıklar. (.....)

   ....

C. Aşağıdaki ifadelerde verilen boşlukları kavramlardan uygun olanı ile doldurunuz.

molekül (x5) aynı, atom (x4), oran, farklı, kütle, tepkime

1. Bir kimyasal tepkime sürecinde toplam .... sabit kalır.
2. Bir bileşiğin herhangi bir örneğinde o bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasındaki .... değişmez.
3. İki .... elementin farklı bileşiklerinde, bir elementin kütlesi sabit tutulduğunda bileşen diğer elementin kütleleri arasında bir oran vardır.
4. İki su .... ayrıştığında bir .... oksijen, iki .... hidrojen gazı oluşur. İki su .... dört hidrojen ve iki oksijen .... oluşmuştur. Suyun parçalaması ile oluşan bir oksijen ...., iki oksijen ...., iki hidrojen .... ise dört hidrojen .... oluşmuştur. Buna göre .... öncesinde ve sonrasında .... sayısı aynı kalmıştır. Öyleyse "Suyun ayrışmasında kütle korunmuştur." diyebiliriz.

2. Bölüm

Mol Kavramı



Konular

Kavramlar ve Terimler

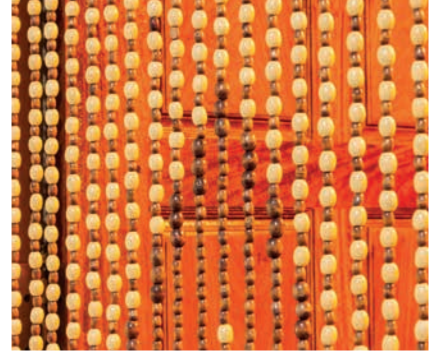
- Mol
- Avogadro sayısı
- Atomik kütle birimi
- Bağıl atom kütlesi

Şehir ışıklarından uzak bir bölgede, bulut olmadığı bir gece ya da akşamüstü gökyüzüne baktığımızda binlerce yıldız görebiliriz. Evrende kaç tane yıldız vardır? Bir kumsaldaki kum tanelerini sayamayacağımız gibi evrendeki yıldızları da sayamayız. Hesaplama yoluyla kumsaldaki kum taneleri ve evrendeki yıldız sayısı için ortalama bir değer bulunabilir. Bilim insanlarının hesaplarına göre, Güneş sistemimizin yer aldığı gökadada (galakside) yaklaşık 100.000.000.000 (100 milyar) yıldız vardır. Evrende ise yaklaşık 1.000.000.000.000.000.000.000.000 (bir septilyon) tane ($1 \cdot 10^{24}$) yıldız vardır. Bir çivide de yaklaşık bir septilyon demir atomu, bir damla suda da yaklaşık bir septilyon kadar su molekülü olduğunu biliyor musunuz? Bu kadar sayıda atom ya da molekül olduğu nasıl belirlenmiştir? Bu bölümde yukarıdaki gibi büyük sayılarla işlem yapmamızı kolaylaştıran mol birimini öğreneceksiniz. "Mol nedir? Molün tarihsel süreçteki değişimi nasıldır? Bağıl atom kütlesi nedir?" sorularına yanıt arayacak, mol ile ilgili hesaplamalar yapacaksınız.

1.2.1 Mol Nedir?

Günlük yaşamda bazı ürünleri tartarak ya da sayıyla alırız. Bazı durumlarda ürünleri saymak yerine bir birimindeki (düzine, kutu, koli, paket, kilogram vb.) miktarı öğrenip bu şekilde almak kolaylık sağlar. Örneğin 300 yumurtaya ihtiyacınız varsa 1 koli yumurtada 30 yumurta olduğu için 10 koli yumurta almak yeterlidir. 1 düzine yumurta, 1 düzine kalem aldığımızda ise 12 adet yumurta ve 12 adet kalem almış oluruz. 1 paket A4 kâğıdı aldığımızda 500 tane kâğıt almış oluruz.

Kapı boncuğu yapan bir firma sahibi olduğunuzu düşününüz (Resim 1.2.1). Bir kapı boncuğuna 800 tane aynı tür boncuk gerekiyorsa bunu tek tek sayarak satın alamazsınız. 1 kutuda kaç tane olduğunu belirten kolilerle alırsınız ya da 800 tane boncuğun kütlesini ölçüp belirler, böylece gereksinim duyduğunuz sayıdaki boncuğu tartarak alırsınız. 800 boncuğun toplam kütlesinden yola çıkarak bir boncuğun kütlesinin ne kadar olduğunu da hesaplayabilirsiniz.



Resim 1.2.1: *Kapı boncuğu*

Kimyacılar için de bir kimyasal sistemdeki tanecik (atom, molekül, iyon) sayısını bilmek önemlidir. Tanecikler görülemeyecek kadar küçük ve 1 g maddede dahi sayılamayacak kadar çok olduğuna göre bu taneciklerin sayısı nasıl belirleniyor? Yukarıdaki örnekten de tahmin edileceği gibi tanecik sayısı tartarak belirleniyor. Peki nasıl? Bunun için bir birime ihtiyacınız vardır. Bu birim mol'dür. Avogadro sayısı kadar tanecikten oluşan madde miktarı **1 mol**'dür. Avogadro sayısı, 12 g karbon - 12 izotopunda bulunan karbon atomlarının sayısıdır. Bu sayının yaklaşık değeri $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tür (602.000.000.000.000.000.000.000).

Mol, madde miktarı birimidir. Bir mol, her zaman Avogadro sayısı kadar tanecik demektir. Avogadro sayısı N_A ile simgelenir.

Nasıl ki 1 düzine denildiğinde 12 adet, 1 koli yumurta denildiğinde 30 yumurta, 1 paket A4 kâğıdı denildiğinde 500 adet kâğıt anlaşılıyorsa 1 mol atom denildiğinde $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane atom, 1 mol molekül denildiğinde $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane molekül, 1 mol iyon denildiğinde $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane iyon anlaşılmalıdır. Görüldüğü gibi herhangi bir maddenin bir molü aynı sayıda (Avogadro sayısı) tanecik içerir. Ancak nasıl ki 1 düzine kalem ile 1 düzine silgi aynı sayıda olduğu hâlde (12 adet) bunların kütleleri farklılık gösteriyorsa 1 mol ($6{,}02 \cdot 10^{23}$ tanecik) maddenin kütlesi de maddelerin türüne göre farklıdır.

Biliyor musunuz?

Gelişmiş bir laboratuvar terazisi, 10^{-6} g (0,000001 g) ile 1000 g arasındaki kütle değerlerini ölçer.

Bir atomun kütlesi yaklaşık 10^{-24} g (0,000000000000000000000001) ile 10^{-21} g arasında olduğu için laboratuvar terazisinde ölçtüğünüz bir elementin en küçük kütlesinde (10^{-6} g) yaklaşık 10^{16} tane (10.000.000.000.000.000) atom vardır.

Bilgi Köşesi

SI birim sisteminde madde miktarı biriminin İngilizce adı “mole” ve sembolü (mol) farklıdır. Ancak bu birimin, Türkçedeki adı (mol) ve sembolü (mol) aynıdır. Bu nedenle kesme işareti kullanarak yazdığımızda (örneğin 5 mol'dür gibi) birimi, kesme işareti kullanmadan yazdığımızda (örneğin 5 moldür gibi) birimin adını ifade etmiş oluruz. Molün gösterimi ise “n” harfi ile yapılır.

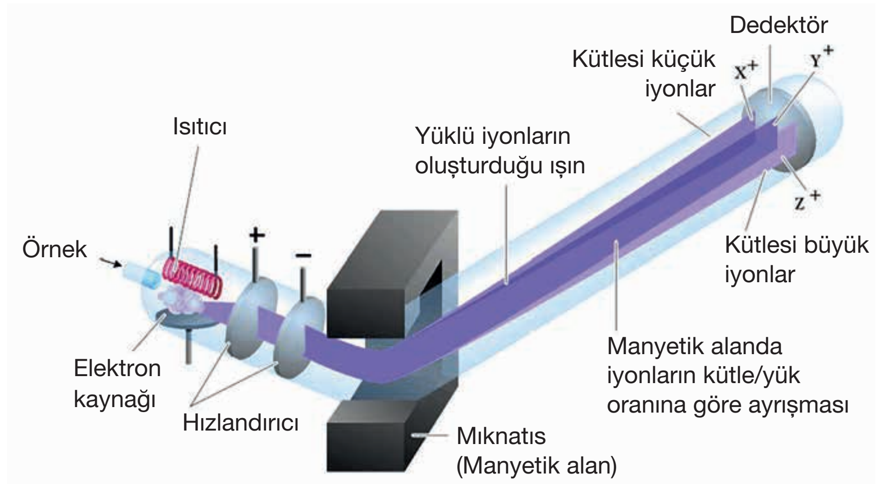
Eskiden fizikciler oksijen 16 izotopunun atom kütlesini tam 16 g kabul etmişlerdir. Kimyacılar ise oksijenin kütlesinin doğada bulunan üç oksijen izotopunun (oksijen-16, oksijen-17, oksijen-18) kütlelerinin ortalaması olduğunu ve bunun 16 g olduğunu kabul etmişlerdir. Fizikçilerin kabulüne göre oksijen izotoplarının ortalama kütlesi ise 16,0044 idi. Fizikçiler ile kimyacılar arasındaki bu karışıklık karbon-12 izotopunun kütlesi 12 kabul edilerek 1961'de giderildi. Böylece mol kavramı karbon-12 üzerinden tanımlandı.

Mol kavramı, Avogadro sayısı ve birim atom kütle kavramları üzerinden tanımlandığı için tarihsel süreç içerisinde değişime uğramıştır. Bir molde bulunan tanecik sayısı ile ilgili ilk deney 1865 yılında Johann Loschmidt (Yohan Loşimid) tarafından yapılmıştır. Loschmidt, 1 mol gaz maddedeki tanecik sayısını yaklaşık $1 \cdot 10^{24}$ olarak bulmuştur. Loschmidt'ten kısa süre sonra yer çekiminin çökelme hızına etkisi ile ilgili araştırmalarından yola çıkarak Jean Perrin (Jan Perrin), bir moldeki tanecik sayısını $6{,}8 \cdot 10^{23}$ olarak saptamıştır. 1911 yılında Ernest Rutherford (Örnıst Radırford), radyoaktif radyum elementinden yayılan alfa parçacıklarını sayarak ve bu parçacıkların elektronları yakalayarak oluşturduğu helyum gazının hacmini ölçerek 1 moldeki tanecik sayısını $6{,}11 \cdot 10^{23}$ olarak hesaplamıştır.

Robert Millikan (Rabırt Miliken), 1 mol elektron sayısını yağ damlası deneyi ile $6{,}02 \cdot 10^{23}$ olarak belirlemiştir. Bu değer günümüzde bir moldeki tanecik sayısı için belirlenen $6{,}0221367 \cdot 10^{23}$ değerine çok yakındır.

1.2.2 Bağıl Atom Kütlesi

Bir atomun kütlesinin terazide ölçülemeyecek kadar küçük olduğunu biliyorsunuz. Buna rağmen bilim insanları bir atomun kütlesini kütle spektrometresi denilen araçla hesaplayarak belirleyebilmektedirler (Şekil 1.2.1). Ayrıca, bilim insanları bir element örneğinin belirli kütlesindeki atom sayısını da tespit edebilmektedirler. Ancak bu sayılar çok küçüktür. Örneğin bir hidrojen atomunun kütlesi $1{,}673 \cdot 10^{-24}$ g'dır. Bu nedenle atomların gerçek atom kütlelerini karşılaştırmak pek kullanışlı değildir. Bunun yerine bilim insanları, kütle spektrometresi ile deneysel kütle karşılaştırmalarını temel alarak bağıl bir ölçek olan **atomik kütle birimi** kavramını geliştirmişlerdir. Atomik kütle birimi için karbon - 12 (^{12}C) izotopu standart ve 12 birim olarak kabul edilmiştir. Karbon - 12 izotop atomun kütlesinin $\frac{1}{12}$'si ise 1 atomik kütle birimi (akb) olarak tanımlanmıştır. Diğer atomların kütleleri bu standart birime göre karşılaştırılmıştır. Atomik kütle birimi karşılaştırmalı bir birim olduğu için bir atomun kütlesinin diğer atomun kütlesinden hangi kütle oranında farklı olduğunu gösterir. Birimi "u" ya da "Da"dır. (Daltın). Da genellikle biyolojide kullanılır. Buna göre karbon - 12 atomunun kütlesi 12 u'dur (Mol kavramından bildiğiniz gibi ^{12}C izotopunda Avogadro sayısı kadar atom vardır.). 1 karbon atomunun gerçek kütlesi, $1{,}9927 \cdot 10^{-23}$ g olarak belirlenmiştir. Buna göre, bu değerin $\frac{1}{12}$'si yani 1u, $1{,}6606 \cdot 10^{-24}$ g'a eşittir.



Şekil 1.2.1: *Kütle spektrometresi*

Hidrojen atomun kütlesi 1,008 u, azot atomunun ise 14,003 u'dur. Başka bir deyişle azot atomunun kütlesi, hidrojen atomunun kütlesinin yaklaşık olarak 14 katıdır. Bu kütleler, karbon-12 atomuna göre karşılaştırılarak bulunduğu için bağıl atom kütleleridir.

Atomik kütle birimi, önemli olmasına rağmen güncel yaşamda ve laboratuvarda pek kullanışlı değildir. Kütlelerin gram, kilogram gibi kütle birimleriyle ifade edilmesi gerekir. Bir element atomunun atomik kütle birimi (u) cinsinden kütlesini (bağıl kütlesini) gram birimi cinsinden bağıl olarak nasıl ifade edebiliriz? İki element atomunun bağıl atom kütle değerlerini oranladığımızda bulduğumuz değerin (oranın) aynı kalması için bu iki elementte bulunan atom sayısının eşit olması gerekir (Tablo 1.2.1).

Bilgi Köşesi

Karbon - 12 izotopunun gerçek kütlesi $1,9927 \cdot 10^{-26}$ kg'dır. Atomik kütle biriminin karşılığı $1,6606 \cdot 10^{-27}$ kg ya da $1,6606 \cdot 10^{-24}$ g'dır.

u ile g arasındaki ilişkiden SI'da mol olarak adlandırılan madde miktarı birimi tanımlanmıştır. u ile g arasındaki ilişki

$$\frac{1\,\text{mol}\ {}^{12}\text{C}}{6,02 \cdot 10^{23}\ {}^{12}\text{C atom}} \cdot \frac{12\,\text{g}\ {}^{12}\text{C}}{1\,\text{mol}\ {}^{12}\text{C}} \cdot \frac{\frac{1}{12}\ {}^{12}\text{C atom}}{1\text{u}} = 1,6606 \cdot 10^{-24}\,\text{g u}^{-1}\ \text{dir.}$$

1 u, yaklaşık olarak bir protonun ya da nötronun kütlesine eşittir.

Tablo 1.2.1: Azot ve hidrojen atomlarının bağıl atom kütlelerinin karşılaştırılması ve oranlanması

Azot ve hidrojenin atom sayısı	Azot atomunun bağıl kütlesi (u)	Hidrojen atomun bağıl kütlesi (u)	Bağıl kütleler arasındaki oran
1	14,003	1,008	$\frac{14,003}{1,008} \approx \frac{14}{1}$
2	28,006	2,016	$\frac{14}{1}$
10	280,06	20,16	$\frac{14}{1}$

Tablodan görüldüğü gibi birer atomların bağıl kütlelerini oranladığımızda bulduğumuz değerin aynı kalması için eşit sayıda (Tabloda azot ve hidrojenin atom sayısı iki ve on gibi) atom olması gerekir. Atomik kütle birimi yerine gram cinsinden kütleler kullanılırsa (örneğin 14 g, azot 1 g hidrojen oranlanırsa) oranın aynı kalması için bu elementlerin gram miktarlarında da eşit sayıda atom olmalıdır. Öyleyse elementlerin gram cinsinden bağıl kütleleri atomik kütle birimi cinsinden kütleleri ile aynı oranda olduğunda her elementte eşit sayıda atom vardır. Bu sayı kaçtır?

Bu sayı, 12 g karbon - 12 izotopu (Bu izotopun atomik kütle birimi cinsinden kütlesi 12 u'dur.) kullanılarak deneysel yoldan $6,02 \cdot 10^{23}$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, aynı zamanda gram cinsinden bağıl kütlesi sayısal olarak atomik kütle birimi cinsinden bağıl kütlesine eşit olan bir elementteki atom sayısının $6,02 \cdot 10^{23}$ olduğunu gösterir. Bu sayının Avogadro sayısı ve bu sayıdaki taneciğin 1 mol olduğunu biliyorsunuz.

Öyleyse bir elementin 1 mol atomunun gram cinsinden bağıl kütle değeri, atomik kütle birimi cinsinden bağıl kütle değerine sayısal olarak eşittir. Ancak birimleri farklıdır.

Örneğin; 1 mol hidrojen atomunun kütlesi 1,008 g

1 hidrojen atomunun bağıl atomik kütlesi de 1,008 u'dur. Başka bir deyişle 1 mol yani $6,02 \cdot 10^{23}$ tane hidrojen atomu 1 g'a eşittir.

Bu değerlere baktığımızda 1,008 sayıları eşit ancak g ve u olarak birimler farklıdır. Ayrıca değerler tam sayı değildir. Neden?

1.2.3 İzotop ve Ortalama Atom Kütlesi

Bağıl atom kütlesinde birim olarak karbon, 12 u alındığı hâlde 224. sayfadaki periyodik sistemi incelediğimizde verilen bağıl atom kütlelerinin çoğunun tam sayı olmadığı görülür. Bunun nedeni nedir? Standart olarak alınan karbon, bildiğiniz gibi yalnızca karbon - 12 izotopudur. Ancak doğada elementlerin çoğu iki ya da daha fazla sayıda izotopunun farklı oranlarda karışımı şeklinde bulunur. Karbon da doğada karbon - 12'den başka, karbon - 13, karbon - 14 izotoplarını farklı oranlarda içerir. Bu izotopların oranları ve kütleleri farklı olduğu için bağıl atom kütlesi tam sayı değildir. Peki nasıl?

Uyarı

Atom kütlesi ile kütle numarası kavramları farklıdır. Kütle numarası, bir atomun proton ve nötron sayılarının toplamıdır. Bu nedenle de tam sayılı değerlerdir. Atom kütlesi ise bir atomu oluşturan taneciklerin kütleleri toplamıdır. Bu nedenle tam sayı değildir. Ayrıca bağıl atom kütlesi de doğadaki bulunma yüzdelerine göre izotop kütlelerinin ortalaması olduğu için genellikle tam sayı değildir.

İzotop, bildiğiniz gibi bir elementin farklı sayıda nötrona sahip dolayısıyla kütle numarası farklı atomlarıdır. Doğada bir element örneği aldığımızda o elementin atomları izotop atomlarının karışımı şeklindedir. Örneğin doğadan elde edilen bir karbon elementi örneğinde ^{12}C, ^{13}C ve ^{14}C izotop atomları karışmış hâldedir. Başka bir deyişle karbon elementi yalnızca bir izotop atom içermez. Peki bu karbon örneğindeki ^{12}C, ^{13}C ve ^{14}C yüzdesi (oranı) nedir? Bilim insanları, izotopların yüzdelerini kütle spektrometresi (26. sayfa, Şekil 1.2.1) ile belirleyebilmektedir. Bu şekilde karbon elementinin ^{12}C ve ^{13}C için belirlenen yüzdeleri sırasıyla %98,93 ve %1,07'dir (^{14}C doğada çok küçük değerde olduğu için hesaba katılmaz.). Bu değerlere element izotopunun doğada bolluk yüzdesi ya da sadece bolluk yüzdesi denir (Tablo 1.2.2).

Bolluk şu anlama gelir: Yukarıdaki örnek için düşünürsek aldığımız her karbon elementi örneğinin 100 atomundan 98,93'ü ^{12}C izotop atomu, kalanı ise ^{13}C izotop atomudur (Bolluk yüzdelerinin kütle değil atom sayısı olduğuna dikkat ediniz.). Biz, elementleri genel olarak doğadan izotoplarına ayırmadan kullanırız. Örneğin büyük kısmı karbon olan kömürü yaktığımızda ^{12}C ve ^{13}C izotoplarını da kullanılmış oluruz. Dolayısıyla örneğimizin kütle miktarına ihtiyaç olduğunda da bu iki izotopun kütleleri toplamı, örneğimizin kütlesini oluşturacaktır. Ancak örnekte eşit yüzde değerlerinde bulunmadıkları için bu izotopların örneğimize kütle katkıları farklı olacaktır. Böylece ortalama bir kütle değeri ortaya çıkacaktır. İzotoplarının kütlelerinden ve bolluk yüzdelerinden yola çıkarak karbon elementinin ortalama atom ya da mol kütlesini aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz:

(^{12}C kütlesi = 12,0000000 u ve ^{13}C kütlesi = 13,0033548 u'dur.)

$$\text{Karbonun ortalama atom kütlesi} = \frac{98,93}{100} \cdot 12,0000000\ u + \frac{1,07}{100} \cdot 13,0033548\ u \approx 12,0107\ u$$

u değerleri yerine g kullanılarak 1 mol karbon atomunun ortalama kütlesi 12,0107 g mol^{-1} olarak yazılabilir. Görüldüğü gibi değer, ^{12}C izotopunun kütlesine çok yakındır. Çünkü karbon - 12 izotopunun bolluk yüzdesi (%98,93) daha fazladır. Atomların bağıl kütlelerinin tam sayı çıkmamasının nedeni yukarıda görüldüğü gibi izotopları ve izotoplarının bolluk yüzdesi ile kütlelerinden ileri gelmektedir. İzotop kütleleri ve bolluk yüzdeleri kullanılarak bir elementin ortalama atom kütlesinin hesaplanmasında, "Ortalama Atom Kütlesi = $m_1\%_1 + m_2\%_2$ ..." formülü kullanılabilir. Formülde m_1 ve m_2 izotopların kütlelerini $\%_1$ ve $\%_2$ ise bolluk yüzdelerini göstermektedir. Bazı elementlerin izotopları, izotoplarının bolluk yüzdeleri ve ortalama atom kütleleri Tablo 1.2.2'de verilmiştir. İnceleyiniz.

Tablo 1.2.2: Bazı elementlerin izotopları; izotopların bolluk yüzdesi, bağıl atom kütlesi ve ortalama atom kütleleri (Değerler yuvarlanmıştır.)

Element	İzotopları	İzotoplarının kütlesi (u)	İzotoplarının bolluk yüzdesi	Elementin ortalama atom kütlesi (u)
Bor	^{10}B ^{11}B	10,013 11,009	19,900 80,100	10,806
Oksijen	^{16}O ^{17}O ^{18}O	15,995 16,999 17,999	99,757 0,038 0,205	15,999

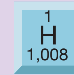
1. Alıştırma

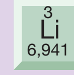
Klor elementinin ^{35}Cl ve ^{37}Cl olmak üzere iki doğal izotopu vardır. Bu izotopların bolluk yüzdesi ve kütleleri aşağıda verilmiştir:

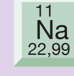
	Bolluk yüzdesi	Kütlesi
^{35}Cl	75,76	34,968 u
^{37}Cl	24,24	36,965 u

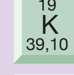
Buna göre klor elementinin ortalama atom kütlesi, izotop kütlelerinden hangi değere yakın olmalıdır? Klorun ortalama atom kütlesini tahmin ediniz. Daha sonra izotopların bolluk yüzdesi ve kütle değerlerini kullanarak ortalama atom kütlesini hesaplayınız. Bulduğunuz sonucu tahmininizle karşılaştırınız.

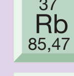
Uyarı

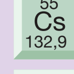


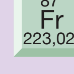












Periyodik sistemde elementler için verilen atom kütlesi ifadesinin ortalama atom kütlesi olduğunu ve değerlerin u ve g birimleriyle alınabileceğini ancak g cinsinden alındığında 1 mol atomun kütle değeri olduğunu unutmayınız. Bu kitapta da bağıl atom kütlesi yerine kısaca atom kütlesi ifadesi ve genelde yuvarlatılmış tam değerleri kullanılacaktır. Ancak "atom kütlesi" ifadesinin gerçek atom kütlesi olmadığına dikkat ediniz.

1.2.4 Mol Hesaplamaları

Kimyada miktar hesaplamaları önemli yer tutar. Kan tahlilinde kalsiyum, sodyum, potasyum gibi bazı maddelerin miktarı 1 litredeki milimol (mmol/L) cinsinden verilir (Resim 1.2.2). Biyokimyacıysanız bu birimin ne anlam ifade ettiğini bilmeniz gerekir.

Çevre kimyacısıysanız "Belirli bir miktar kömür ya da petrol yandığında ne kadar çevre kirliliğine yol açan gaz salar?" sorusunun yanıtını hesaplayarak bulmanız gerekebilir. Kimyager olarak ilaç fabrikasında çalıştığınızı düşünün. "Belirli miktardaki ham maddeden ne kadar ilaç elde edilebilir?" Bu tahmini yapabilmeniz için hesaplama yapmanız gerekir. Kimyada miktar hesaplamaları madde miktarı birimi mol üzerinden yapılır. Kimyasal maddelerin miktarı genelde mol biriminde verilir. Mol biriminden tanecik sayısı, kütle, çevrimleri yapılabilir. Bu nedenle "mol kütlesi", "1 mol atomun kütlesi", "1 mol molekülün kütlesi", "1 mol formül kütlesi" gibi kavramları öğrenmelisiniz.

Biyokimya

TEST	SONUÇ	BİRİM	REFERANS DEĞER
Glukoz (AKS)	86	mg/dL	65 - 107
Üre	29	mg/dL	15 - 44
Keratinin	0,67	mg/dL	0,3 - 0,7
Kolesterol	236	mg/dL	150 - 240
Trigliserid	140	mg/dL	50 - 200
Aspartat Aminotransferaz (AST, SGOT)	32	U/L	10 - 35
Alanin Aminotransferaz (ALT, SGPT)	32	U/L	10 - 35
Sodyum (Na)	138,3	mmol/L	135 - 145
Potasyum (K)	4,60	mmol/L	3,5 - 5,5

Resim 1.2.2: *Kan tahlili sonuç kâğıdı*

Mol kütlesi nedir? Mol kütlesi nasıl hesaplanır?

Herhangi bir taneciğin 1 molünün ($6,02 \cdot 10^{23}$ tanesinin) kütlesi **mol kütlesi** olarak adlandırılır. Mol kütlesi hesaplamalarına geçmeden önce 1 mol hidrojen (H) atomu, 1 mol hidrojen molekülü (H_2), 1 mol su (H_2O) molekülü, 1 mol sodyum klorür (NaCl) ne anlama gelir? Bunun üzerinde duralım:

1 mol H atomu, $6,02 \cdot 10^{23}$ tane H atomu
1 mol H_2 molekülü, $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ tane H atomu
$6,02 \cdot 10^{23}$ H_2 molekülü, anlamına gelir ve
2 mol H atomu içerir.
1 mol H_2O, $6,02 \cdot 10^{23}$ tane H_2O molekülü,
1 mol ($6,02 \cdot 10^{23}$ tane) O atomu,
2 mol ($2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ tane) H atomu ve
toplam 3 mol ($3 \cdot 602.10^{23}$ tane) atom içerir.
1 mol NaCl, $6,02 \cdot 10^{23}$ tane NaCl formül birimi,
1 mol ($6,02 \cdot 10^{23}$ tane) Na^+ iyonu,
1 mol ($6,02 \cdot 10^{23}$ tane) Cl^- iyonu ve
toplam 2 mol ($2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ tane) iyonu ifade eder.

Uyarı

1 mol hidrojen ifadesi belirsiz bir ifadedir. Çünkü hidrojen elementi doğada H_2 şeklinde iki atomdan oluşmuş moleküler yapıdadır. H_2, 1 mol molekülü ifade eder ve 2 mol H atomundan oluşmuştur. Bu nedenle molekülün mü atomun mu kast edildiği ifadelerde belirtilmelidir.

Mol - Kütle Hesaplamaları

1. Elementlerin Mol Kütleleri

Daha önce belirtildiği gibi periyodik sistemde ya da listelerde atomik kütle olarak verilen değerler o elementin 1 mol atomunun g olarak kütle değerine eşittir. Örneğin demir için 224. sayfadaki periyodik sisteme baktığımızda gördüğümüz 55,85 değeri demirin 1 mol atomunun kütlesidir. Bu değer 55,85 g mol^{-1} olarak da ifade edilir. Bu değere o element atomunun **mol kütlesi ya da molar kütlesi (M)** denir. Bir element atomunun mol kütlesi gerekiyorsa sorularda sizlere verilir. Ancak burada şu unutulmamalıdır: Bazı elementler - örneğin oksijen, azot gibi - doğada iki atomlu moleküller hâlinde bulunur. Bu nedenle "1 mol oksijen gazının ya da 1 mol oksijen elementinin mol kütlesi nedir?" sorusunun yanıtı periyodik sistemdeki 16,00 değeri değildir. İki atomlu molekül (O_2) üzerinden hesaplama yapılmalıdır. Buna göre 1 mol oksijen gazının ya da 1 mol oksijen elementinin (O_2 nin) kütlesi $2 \cdot 16{,}00 = 32{,}00$ g mol^{-1} dir.

Uyarı

Bazı kaynaklarda mol kütlesinin kısaltması M_A şeklinde gösterilmektedir. Biz bu kitapta M simgesini ve M simgesinin alt indisi olarak M_{Fe}, M_{H_2O} gibi) element simgesi ve bileşik formüllerini kullanacağız. Bu durumda M_{Fe} demirin, M_{H_2O} ise suyun mol kütlesini simgeleyecektir.

2. Alıştırma

Fosfor elementi doğada P_4 şeklinde bulunabilmektedir. Buna göre, P_4 un mol kütlesi kaçtır? (P'un mol kütlesi, P: 31 g mol^{-1}dir. Bu değer $M_P = 31$ g mol^{-1} ya da P = 31 şeklinde de gösterilebilir.)

2. Bileşiklerin Mol Kütleleri

Bir bileşiğin mol kütlesi, bileşik formülündeki atomların mol kütlelerinin toplanmasıyla bulunur.

Örnek

1 mol H_2O kaç gramdır? (H: 1 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Çözüm

H_2O molekül yapılı bileşik olduğu için 1 mol H_2O molekülünde 1 mol O ve 2 mol H atomu vardır.

H: $2 \cdot 1$ g mol^{-1} = 2 g mol^{-1}

O: $1 \cdot 16$ g mol^{-1} = 16 g mol^{-1}

$M_{H_2O} = 18$ g mol^{-1}

3. Alıştırma

0,5 mol H_2O kaç gramdır? (O: 16 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

İyonik bileşiklerin de mol kütlesini (1 mol formül kütlesini) yukarıdaki örneğe benzer şekilde hesaplayabiliriz.

Örnek

1 mol NaCl kaç gramdır? (Na: 23 g mol^{-1}, Cl: 35,5 g mol^{-1})

Çözüm

1 mol NaCl'de 1 mol Na ve 1 mol Cl vardır.

Na: 1 · 23 g mol^{-1} = 23 g mol^{-1}

Cl: 1 · 35,5 g mol^{-1} = 35,5 g mol^{-1}

M_{NaCl} = 58,5 g mol^{-1} dir.

Kütlesini tarttığımız bir kimyasal maddenin kaç mol olduğunu nasıl hesaplarız?

Örnek

28 g demir (Fe) kaç mol'dür? (Fe: 56 g mol^{-1})

Çözüm

$\frac{56\ g}{1\ mol} = \frac{28\ g}{x\ mol}$ orantısı kurulabilir. Buradan $x = \frac{28\ \not{g} \cdot 1\ mol}{56\ \not{g}}$

x = 0,5 mol bulunur.

Mol ile kütle arasında $n = \frac{m}{M}$ bağıntısı yazılabilir. Burada bildiğiniz gibi n mol sayısı, m gram olarak kütleyi, M ise 1 mol taneciğin (atom, molekül vb.) gram olarak kütlesini (mol kütlesini) simgeler. Bu formül kullanılarak yukarıdaki soru,

$n_{Fe} = \frac{28\ g}{56\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n_{Fe} = 0,5\ mol$ şeklinde çözülebilir.

Örnek

14 g sönmemiş kireç (CaO) kaç mol'dür? (Ca: 40 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Çözüm

Öncelikle 1 mol kirecin kaç gram olduğu bulunmalıdır. 1 mol kireç 1 mol Ca ve 1 mol O atomu içerdiği için

Ca: 1 · 40 g mol^{-1} = 40 g mol^{-1}

O: 1 · 16 g mol^{-1} = 16 g mol^{-1}

M_{CaO} = 56 g mol^{-1}

$n_{CaO} = \frac{14\ g}{56\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n = 0,25\ mol$ olur.

4. Alıştırma

10,1 g KNO_3 kaç mol'dür? (K: 39 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Belirli bir miktardaki bileşikte kaç mol atom olduğu ve bu atomların kütleleri hesaplanabilir. Bunun için öncelikle bileşiğin mol kütlesinden yola çıkılarak verilen kütle mole dönüştürülür. Bileşiğin 1 molündeki atomların molleri dikkate alınarak bileşiğin hesaplanan molündeki atomların molleri bulunur. Bu moller atomların mol kütleleri kullanılarak kütleye dönüştürülür.

Örnek

18,94 g $Zn(NO_3)_2$ bileşiğinde kaç mol Zn, kaç mol N ve kaç mol O atomu vardır? Bunların kütleleri nedir? (Zn: 65,4 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Çözüm

Öncelikle $Zn(NO_3)_2$ bileşiğinin mol kütlesini bulalım.

Zn: $1 \cdot 65{,}4\ g\ mol^{-1} = 65{,}4\ g\ mol^{-1}$

N: $2 \cdot 14\ g\ mol^{-1} = 28\ g\ mol^{-1}$

O: $2 \cdot 3 \cdot 16\ g\ mol^{-1} = 96\ g\ mol^{-1}$

$M_{Zn(NO_3)_2} = 189{,}4\ g\ mol^{-1}$ dir.

Buradan $n_{Zn(NO_3)_2} = \dfrac{m_{Zn(NO_3)_2}}{M_{Zn(NO_3)_2}} \Longrightarrow n_{Zn(NO_3)_2} = \dfrac{18{,}94\ g}{189{,}4\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n_{Zn(NO_3)_2} = 0{,}1\ mol$ bulunur.

1 mol $Zn(NO_3)_2$ bileşiğinde;
1 mol Zn,
2 mol N,
6 mol O atomu vardır.

Öyleyse hesapladığımız 0,1 mol, $Zn(NO_3)_2$ bileşiğinde;
0,1 mol Zn
0,2 mol N
0,6 mol O atomu vardır.

Bunların kütle değerleri $\dfrac{65{,}4\ g}{1\ mol} = \dfrac{m_{Zn}}{0{,}1\ mol} \Longrightarrow m_{Zn} = 6{,}54\ g$

$\dfrac{14\ g}{1\ mol} = \dfrac{m_N}{0{,}2\ mol} \Longrightarrow m_N = 2{,}8\ g$

$\dfrac{16\ g}{1\ mol} = \dfrac{m_O}{0{,}6\ mol} \Longrightarrow m_O = 9{,}6\ g$ olarak hesaplanır.

Bu kütle değerlerini topladığımızda başlangıçtaki (18,94 g) kütleye eşit olduğu görülür. Bu örneğin son kısmını $n = \dfrac{m}{M}$ formülünü kullanarak yeniden çözünüz. Çözümlerden hangisi kolayınıza geliyorsa o yöntemi kullanınız.

Mol - kütle hesaplaması yaparken öncelikle verilenin miktar (mol) mı, kütle (g) mi olduğunu belirleyiniz. Verilenin mol kütlesini hesaplayınız. Daha sonra mol kütlesi $\left(\dfrac{M(g)}{1\ mol}\right)$ oranını kullanarak bilinmeyen için bir orantı yazınız. Orantıdaki bilinmeyeni orantı özelliğini kullanarak hesaplayınız ya da hesaplamayı $n = \dfrac{m}{M}$ formülünü kullanarak yapınız.

Mol - Tanecik Sayısı Hesaplamaları

Bir maddenin mol olarak miktarı biliniyorsa tanecik sayısı hesaplanabilir. Tanecik sayısı biliniyorsa molü hesaplanabilir. Her maddenin 1 molü eşit sayıda ($6{,}02 \cdot 10^{23}$) tanecik içerdiği için verilen bir maddenin kaç mol olduğu bilinirse tanecik sayısı, Avogadro sayısının ($6{,}02 \cdot 10^{23}$) o kadar katı olacaktır.

Örnek

3 mol suda kaç tane su molekülü vardır?

Çözüm

1 mol suda $6{,}02 \cdot 10^{23}$ (Avogadro sayısı) tane molekül varsa 3 mol suda 3 katı kadar molekül olacaktır.

Molekül sayısı $= 3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}$

$= 18{,}06 \cdot 10^{23}$

$= 1{,}806 \cdot 10^{24}$ tür.

Örnek

$3{,}01 \cdot 10^{23}$ tane atom içeren bakır kaç moldür?

Çözüm

$$\frac{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ tane atom}}{1 \text{ mol atom}} = \frac{3{,}01 \cdot 10^{23} \text{ tane atom}}{x \text{ mol atom}}$$

$$x = \frac{3{,}01 \cdot 10^{23} \cdot 1}{6{,}02 \cdot 10^{23}}$$

$$= 0{,}5 \text{ mol}$$

Mol ile tanecik sayısı arasında $n = \frac{N}{N_A}$ bağıntısı yazılabilir. Bu bağıntıda n mol sayısı, N tanecik sayısı, N_A Avogadro sayısıdır.

Yukarıdaki örneği bu formülü kullanarak

$N = 3{,}01 \cdot 10^{23}$, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$, n = ?

$n = \frac{N}{N_A} \Longrightarrow n = \frac{3{,}01 \cdot 10^{23}}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \Longrightarrow n = 0{,}5$ mol şeklinde çözebiliriz.

Bilgi Köşesi

Maddeler atom, molekül ya da iyon kimyasal türlerini içerir. Bir elementin 1 molündeki taneciklerden söz ediyorsak bu tanecikler genellikle atomdur. Ancak H_2, O_2 gibi bazı elementlerin tanecikleri moleküldür. Molekül yapıdan söz ediyorsak atomlar kovalent bağ ile bağlanmıştır. Kovalent bağlı bileşiklerin en küçük birimleri moleküldür.

Örneğin; 1 mol H_2O, $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane H_2O molekülü

1 mol H_2, $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane H_2 molekülü anlamına gelir.

İyonik bileşiklerde ise 1 mol kavramı, genellikle iyonların sayısını belirtir. Çünkü iyonik bileşiklerin molekül gibi bağımsız birimleri yoktur. İyonik bileşiklerin formüllerinin iyonların oranını gösterdiğini hatırlayınız. Öyleyse 1 mol NaCl, 1 mol formül birimini ifade eder. 1 mol formül biriminde $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane Na^+ iyonu, $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane Cl^- iyonu vardır. Ancak 1 mol NaCl kütlesi hesaplanmasında, iyon değil atom kütleleri kullanılır.

5. Alıştırma

0,4 mol bor elementi kaç tane bor atomu içerir?

Mol - tanecik hesaplamasının işlem basamaklarında öncelikle verilen miktar (mol) mı yoksa tanecik (Atom, molekül, iyon, ya da formül birimi olabilir.) mi onu belirleyiniz. Daha sonra

$$\frac{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ tanecik}}{1 \text{ mol}}$$

oranını kullanarak bilinmeyen için bir orantı oluşturunuz. Orantıdaki bilinmeyeni orantı özelliğinden hesaplayınız ya da hesaplamayı $n = \frac{N}{N_A}$ formülünü kullanarak yapınız.

Mol - Kütle - Tanecik Sayısı Hesaplamaları

Şimdiye kadar mol - kütle ve mol - tanecik sayısı hesaplamalarını yaptınız. Ancak kütle-tanecik sayısı hesaplaması yapmadınız. Kütlesi verilen bir maddede kaç tane tanecik olduğu nasıl hesaplanır? Örneğin "20 g kalsiyum (Ca) metalinde kaç tane atom vardır?" sorusunu nasıl çözebilirsiniz? Bunun için mol - kütle ve mol - tanecik sayısı ilişkisini kullanmanız gerekir. Buna göre yukarıdaki sorunun çözümü şu şekilde yapılır:

Öncelikle 20 g kalsiyumun kaç mol olduğu bulunur (Ca: 40 g mol^{-1} dir.).

$$n = \frac{m}{M} \Longrightarrow n_{Ca} = \frac{20\,g}{40\,g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n_{Ca} = 0,5\ mol$$

Bulunan mol sayısı ve Avogadro sayısı kullanılarak kaç tane atom olduğu hesaplanır.

$n = \frac{N}{N_A}$ formülünden

$$0,5 = \frac{N}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

$$N = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$$

$N = 3,01 \cdot 10^{23}$ tane atom içerdiği bulunur.

Örnek

Bir bardak çaya 1 kesme şeker (Sakkaroz, $C_{12}H_{22}O_{11}$) atılıyor. Bardakta $6,02 \cdot 10^{21}$ sakkaroz molekülü varsa bardağa atılan kesme şeker kaç gramdır? (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

Çözüm

Öncelikle sakkarozun ($C_{12}H_{22}O_{11}$) mol kütlesini hesaplayalım.

C: $12 \cdot 12$ g mol^{-1} = 144 g mol^{-1}

H: $22 \cdot 1$ g mol^{-1} = 22 g mol^{-1}

O: $11 \cdot 16$ g mol^{-1} = 176 g mol^{-1}

$M_{C_{12}H_{22}O_{11}}$ = 342 g mol^{-1}

verilen molekül sayısının kaç mol olduğunu bulalım.

$n = \frac{N}{N_A}$ formülünden

$$n = \frac{6,02 \cdot 10^{21}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

$n = 0,01$ mol $C_{12}H_{22}O_{11}$

Şimdi bu mol değerini gram birimine çevirelim. 1 mol sakkarozu 342 g mol^{-1} olarak hesaplandığımızdan

$n = \frac{m}{N_A} \Longrightarrow 0,01\ mol = \frac{m}{342\,g\ mol^{-1}}$ olur. Buradan m = 3,42 g bulunur.

6. Alıştırma

Her soluk aldığınızda havadan yaklaşık 0,016 mol azot gazı (N_2) ciğerlerinize dolar. Böylece ciğerlerinize kaç tane azot molekülü (N_2) dolmuş olur? Bu kadar azot gazı kaç gramdır? (N: 14 g mol^{-1})

Bir Bileşiği Oluşturan Elementlerin Kütle Yüzdesi

Bir bileşiğin formülünden bileşen elementlerin oranlarını , mol sayılarını görebiliriz. Ancak hangi elementin kütle oranının daha fazla olduğunu göremeyiz. Hesaplama yapmamız gerekir.

Örnek

$C_6H_{12}O_6$ formülüne sahip glikoz molekülünde sayıca hidrojen atomu fazladır. Ancak kütle yüzdesi bakımından oksijen daha fazladır. Neden? (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

Çözüm

Bir bileşikteki elementlerin kütle yüzdesini hesaplamak için öncelikle bileşiğin mol kütlesi hesaplanır ya da verilir. Buna göre, $C_6H_{12}O_6$ mol kütlesi

C: $6 \cdot 12$ g mol^{-1} = 72 g mol^{-1}

H: $12 \cdot 1$ g mol^{-1} = 12 g mol^{-1}

O: $6 \cdot 16$ g mol^{-1} = 96 g mol^{-1}

180 g mol^{-1} dir.

Mol kütlesini oluşturan elementlerin kütleleri miktarı (1 mol glikozda 6 mol C, 12 mol H ve 6 mol O olduğu için) sırasıyla C: 72 g mol^{-1}, H: 12 g mol^{-1}, O: 96 g mol^{-1} dir.

Buradan % kütle miktarlarını

$$\%C = \frac{72}{180} \cdot 100 = \%40,00$$

$$\%H = \frac{12}{180} \cdot 100 \approx \%6,67$$

$$\%O = \frac{96}{180} \cdot 100 \approx \%53,33$$ şeklinde hesaplayabiliriz.

Oksijenin % değerinin diğer iki elementin % değerlerinin toplanıp 100'den çıkarılmasıyla da bulunabileceğine dikkat ediniz.

Bir analiz sonucunda bir bileşikteki elementlerin kütlece % değerleri verilirse bileşiğin formülü bulunabilir. Bu konu 12. sınıfta ele alınacaktır.

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Bir marangozluk işi için 50.000 tane çiviye gereksinimiz olduğunu hesapladınız. Çiviler tek tek sayılarak satılmadığına göre alacağınız çivi sayısını tartarak nasıl bulabilirsiniz? Açıklayınız.

2. 1 mol aspirin ($C_9H_8O_4$), 10 atom çinko ve 2 molekül oksijen gazının kütlelerini hesaplayınız. Hangi değer daha büyüktür? (Zn: 65 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

3. Aşağıda verilen maddelerin mol kütleleri nedir? (Pb: 207 g mol^{-1}, Fe: 56 g mol^{-1}, Cl: 35,5 g mol^{-1}, Ne: 20 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1})
   a) Neon gazı b) Klor gazı c) Kurşun metali
   ç) Demir(III) klorür tuzu d) Diazot pentaoksit gazı

4. Aşağıda verilenlerin mol sayısı nedir?
   a) $1{,}505 \cdot 10^{22}$ tane Li atomu
   b) $1{,}204 \cdot 10^{24}$ tane $FeSO_4$ birimi
   c) $2{,}107 \cdot 10^{24}$ tane O_2 molekülü
   ç) $3{,}01 \cdot 10^{23}$ tane NO_2 molekülü
   d) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane Mg^{2+} iyonu

5. Aşağıda verilenlerin tanecik sayısı kaçtır? (Avogadro sayısını $6 \cdot 10^{23}$ olarak alınız. Ag: 108 g mol^{-1}, Cl: 35,5 g mol^{-1}, Mg: 24 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1})
   a) 0,385 g CCl_4 b) 0,8 g O_2 c) 27 g Ag ç) 100 g MgO

6. Mol kütlesi 331 g mol^{-1} olan kurşun(II) nitrat bileşiğindeki elementlerin kütle yüzdesi nedir? (Elementlerin 3. sorudaki mol kütle değerlerini kullanınız.)

7. Bromun doğada iki izotopu vardır. Bu izotoplar ve bolluk yüzdeleri ^{79}Br %50,69, ^{81}Br %49,31 şeklindedir. Daha bol bulunan ^{79}Br izotopunun atom kütlesi yaklaşık 78,92'dir. Ancak Br'un ortalama atom kütlesi yaklaşık 79,90'dır. Bu değer neden Br'un en bol bulunan izotopunun kütlesinden (78,92) büyüktür? Açıklayınız.

8. Magnezyumun doğada üç izotopu vardır. Bu izotopların yaklaşık atom kütleleri ve bolluk yüzdeleri aşağıda verilmiştir. Buna göre, magnezyum elementinin ortalama atom kütlesi kaçtır?

İzotop	Atom Kütlesi	Bolluk Yüzdesi
^{24}Mg	23, 98	78, 95
^{25}Mg	24, 98	10, 02
^{26}Mg	25, 98	11, 03

9. Krom atomunun kütlesi 52,00 u'dur. Kromun mol kütlesi nedir?

10. Atomik kütle birimi nedir?

B. Aşağıdaki ifadelerden doğru olarak düşündükleriniz için "D", yanlış olarak düşündükleriniz için "Y" harfini yay ayraç içine yazınız. Yanlış olarak düşündüğünüz ifadenin doğrusunu verilen boşluğa yazınız.

1. Karbon-12 izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$'si bir atomik kütle birimi (u) olarak tanımlanır. (.....)

   ....

2. 1 mol karbon dioksit $6,02 \cdot 10^{23}$ tane atom içerir. (.....)

   ....

3. Bir element atomunun farklı kütle numaralı atomları, o elementin izotopudur. (.....)

   ....

4. Atomik kütle birimi mol olarak da adlandırılır. (.....)

   ....

5. Herhangi bir maddenin 1 molünün kütlesi, molar kütle olarak da adlandırılır. (.....)

   ....

6. Bir elementin ortalama atom kütlesi, o elementin izotoplarının kütle ve bolluk yüzdelerinden hesaplanabilir. (.....)

   ....

7. Bağıl atom kütlesi, karbon-12 izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$'sini bir birim kabul ederek diğer atomların kütlelerinin bu birim ile karşılaştırılması ile bulunmuş değerlerdir. (.....)

   ....

8. Bir elementin izotoplarının kütleleri ve elementin ortalama atom kütlesi biliniyorsa bu elementin izotoplarının bolluk yüzdeleri hesaplanabilir. (.....)

   ....

C. Aşağıdaki ifadelerde verilen boşlukları kavramlardan uygun olanı ile doldurunuz.

madde miktarı, mol, elektron, bağıl atom kütlesi, hacim, Avogadro, Millikan, oksijen-16

1. Robert Millikan, 1 mol .... sayısını yağ damlası deneyi ile $6,02 \cdot 10^{23}$ olarak belirlemiştir.
2. Herhangi bir maddenin 1 .... aynı sayıda tanecik içerir.
3. SI birim sisteminde .... birimi moldür.
4. 12 g, karbon-12 izotopunda bulunan karbon atomlarının sayısı .... sayısı kadardır.
5. ...., karbon - 12 izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$'sini 1 birim kabul ederek diğer element atomlarının kütlelerinin bu birimle karşılaştırılmasıyla bulunan değerdir.

3. Bölüm
Kimyasal Tepkimeler ve Denklemler



Konular

Kavramlar ve Terimler

- Kimyasal tepkime
- Tepkime denklemleri
- Yanma tepkimesi
- Sentez (Oluşum)
- Analiz (Ayrışma)
- Asit-baz tepkimesi
- Çözünme-çökelme tepkimesi
- Sınırlayıcı bileşen
- Yüzde verim

Doğal gazın yanarak ısı vermesi, yiyeceklerin vücudumuzda kullanılması, otomobillerin motorunun çalışması, naylon vb. üretimi kimyasal tepkimeler sayesinde gerçekleşir. Hatta kimyasal tepkimeler, hayatımızı kurtarmak için de kullanılmaktadır. Bunun bir örneği otomobillerdeki hava yastıklarıdır.

Hava yastığı, çarpışma anında yaralanmaları azaltmak için tasarlanmıştır. Yaklaşık 25-30 km ve üzerindeki hızla çarpışmalarda 0,05 saniyede açılır ve şişer. Sürücü (varsa yolcu) şişen hava yastığına çarpar. Sonra hava yastığının yanlarından yastığı şişiren gaz boşalarak hava yastığı iner. Hava yastığı denilse de bunun içinde hava yoktur. Hava yastığının şişmesini sağlayan azot gazıdır. Bu gaz çarpışma sonucu sensörden gelen elektrik enerjisi ile hava yastığındaki katı sodyum azidin (NaN_3) ayrışmasından oluşur. Bu sırada sodyum (Na) da oluşur. Sodyum çok aktif bir metal olduğu için hava yastığı içinden uzaklaştırılması gerekir. Bu amaçla hava yastığında bulunan demir(III) oksit ile oluşan sodyum derhâl tepkimeye girer. Sodyum oksit ve demir oluşur. Sodyum oksit, havadaki karbon dioksit ve su buharı ile tepkimeye girerek sodyum bikarbonat katısına dönüşür. Görüldüğü gibi hava yastıklarında bir dizi tepkime gerçekleşir. Hava yastıklarının milyonda bir hata ile çalışması hava yastığında kullanılan metallerin paslanmaması, aşınacak parçaların olmamasına bağlıdır. Ayrıca hava yastığının içine başlangıçta ne kadar sodyum azit konulacağı bunun ayrışması ile ne kadar azot gazı üreteceği hesaplanmalıdır. Fazla ya da yetersiz azot gazı üretilmesi sonucunda hava yastığı işlevini görmeyecektir. Bu bölümde "hava yastığı sisteminde gerçekleşen tepkimeleri sözcükler kullanmak yerine semboller kullanılarak nasıl yazabiliriz? Bu sembolik yazım ne anlam ifade eder? Kimyasal tepkimelerde başlangıçta alınan madde ya da maddelerden ne kadar ürün elde edilir? Tepkimeler nasıl sınıflandırılır?" sorularının yanıtlarını kapsayan konular üzerinde durulacaktır.

1.3.1 Kimyasal Tepkime ve Kimyasal Denklem Nedir?

Kimyasal Tepkime

Saf bir maddeyi tanıtan yalnızca yoğunluk, erime sıcaklığı, kaynama sıcaklığı gibi fiziksel özellikleri değildir. Maddenin "kimliğinin" değiştiği olaylarda, gözlemlenen kimyasal özelliği de belirtilmelidir. Kimyasal özellik bir maddenin diğer bir madde ile etkileşip etkileşmediği ya da başka bir maddeye ayrışıp ayrışmadığı ile ilgili özelliği belirtir. Örneğin demirin kimyasal özelliği paslanabilmesidir. Demirin paslanması havadaki oksijen ile etkileşmesidir (Resim 1.3.1). Bu bir kimyasal değişimdir. Kimyasal değişim kimyasal tepkime olarak da adlandırılır. Tepkime sonucunda yeni madde ya da maddeler (ürün) oluşur. Kimyasal tepkimeyi başlangıçtaki madde ya da maddelerin ürüne dönüşme süreci olarak ifade edebiliriz.

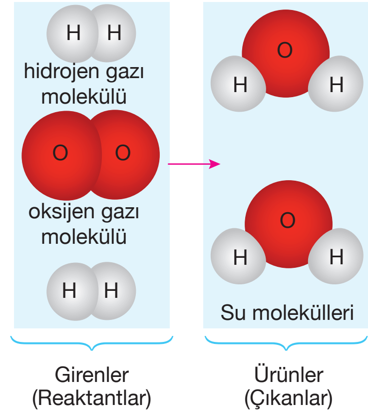


Resim 1.3.1: *Demirin paslanması kimyasal tepkimedir.*

Girenler (başlangıç madde ya da maddeleri) ⟶ Ürünler

Tepkime Denklemleri

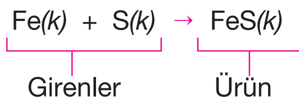
Kimyasal değişimlerin ayrıntılı biçimde tanımlanması gerekir. Tanımlama, sözcükleri kullanarak yapılabilir. Ancak sözcükleri kullanarak anlatmak bazı zorluklar içerir. Kimyasal değişim; birçok maddenin değişime uğradığı, karmaşık bir şekilde gerçekleşmiş olabilir. Bunun yanında farklı ülkeler, aynı kimyasal değişimi farklı biçimlerde ifade edebilir. Ayrıca bilim insanları kimyasal değişimde "Ne kadar madde, diğer madde ile etkileşmiştir?", "Ne kadar madde oluşmuştur?", "Kimyasal değişime giren hangi madde ürün miktarını belirler?" gibi sorulara da yanıt bulmak ister. Bu nedenlerle bilim insanları, kimyasal değişimleri ifade etmek için sözcükler yerine kullanışlı bir yol bulmuşlardır. Bu yol, kimyasal değişimleri bileşik formülleri ve element sembolleri kullanarak kimyasal denklemlerle göstermektir. Kimyasal denklemler matematikteki denklemlere benzetilebilir. Matematiksel denklem, matematiksel işlemde neler olacağını; kimyasal denklem de kimyasal değişimde neler olacağını tanımlar.



Şekil 1.3.1: *Suyun (H_2O) hidrojen ve oksijen gazlarından oluşumu tepkimesinin molekül modelleri ile gösterilmesi*

Kimyasal olayların ya da değişimlerin denklemlerle ifade edilmesine **kimyasal denklemler** denir. Kimyasal değişimlerde bir ya da daha fazla madde etkileşerek yeni madde ya da maddeler oluşturduğu için kimyasal denklemlere **kimyasal tepkime denklemleri** de denir. Kimyasal tepkime denklemlerinde tepkimeye giren maddelere **"girenler"** ya da **"reaktantlar"**, oluşan maddelere de **"ürünler"** ya da **"çıkanlar"** denir (Şekil 1.3.1).

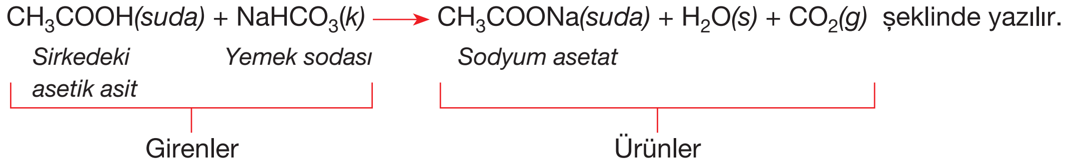
Örneğin "Bir miktar demir ile yeteri kadar kükürt tepkimeye girerek demir(II) sülfür oluşturur." kimyasal değişim ifadesini kimyasal tepkime denklemiyle



şeklinde gösteririz.

Tepkime denklemindeki "+" işareti tepkimeye birden fazla maddenin katılacağı ya da birden fazla ürün oluştuğu durumda kullanılır. "→" işareti ise değişimi ifade eder ve "oluşturur" anlamına gelir. Formüllerin ve sembollerin yanında (k), (s) ve (g) şeklinde yay ayraç içinde verilen k, s ve g harfleri sırasıyla katı, sıvı ve gaz olarak maddelerin hâllerini belirtir. Sulu çözeltiler için "(suda)" ya da "(aq)" kullanılır.

Örneğin "Sirke içine yemek sodası atılırsa gaz kabarcığı (karbon dioksit gazı), sodyum asetat çözeltisi ve su oluşur." ifadesinin kimyasal tepkime denklemi;

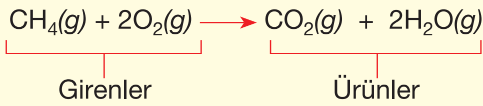

$$CH_3COOH(suda) + NaHCO_3(k) \longrightarrow CH_3COONa(suda) + H_2O(s) + CO_2(g)$$ şeklinde yazılır.

Örnek

"Bir miktar metan (CH_4) ile yeteri kadar oksijen gazı tepkimeye girerek karbon dioksit ve su buharı oluşturur." ifadesindeki kimyasal değişmeyi kimyasal tepkime denklemi şeklinde yazınız.

Çözüm

Kimyasal tepkime denklemi girenler ve ürünler dikkate alınarak


$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

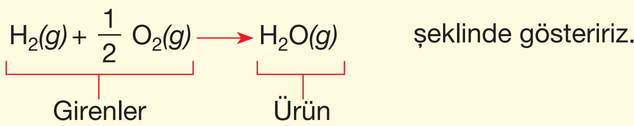
şeklinde yazılır.

Örnek

"Bir miktar hidrojen gazı ile yeteri kadar oksijen gazı tepkimeye girerek su oluşturur." ifadesinin kimyasal tepkime denklemini yazınız.

Çözüm

İfadedeki değişimi denklemle


$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$$ şeklinde gösteririz.


Resim 1.3.2: *Metan gazının yanması*

Bazı tepkimelerde önemli ölçüde enerji açığa çıkabilir ya da tepkime süresince enerji alınır. Bu durumda enerji, tepkime denkleminde gösterilmelidir. Örneğin suyu hidrojen ve oksijen gazlarına ayrıştırmak için enerji verilmesi gerekir. Bu tepkimenin denklemi;

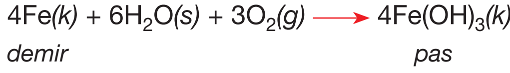

$$2H_2O(s) + \text{Enerji} \longrightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$$

şeklinde yazılır. Bu tepkimedeki gibi enerji gerektiren (alan) tepkimelerde "enerji" ifadesinin tepkime okunun sol (girenler) tarafında yazıldığına dikkat ediniz. Enerji açığa çıkan tepkimelerde ise "enerji" ifadesi tepkime denkleminde sanki bir ürünmüş gibi okun sağ (ürünler) tarafında yazılır. Örneğin doğal gazdaki metanın (CH_4) yanması (Resim 1.3.2) ile oluşan tepkime, önemli ölçüde enerji verdiği için


$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + \text{Enerji}$$

şeklinde gösterilir.

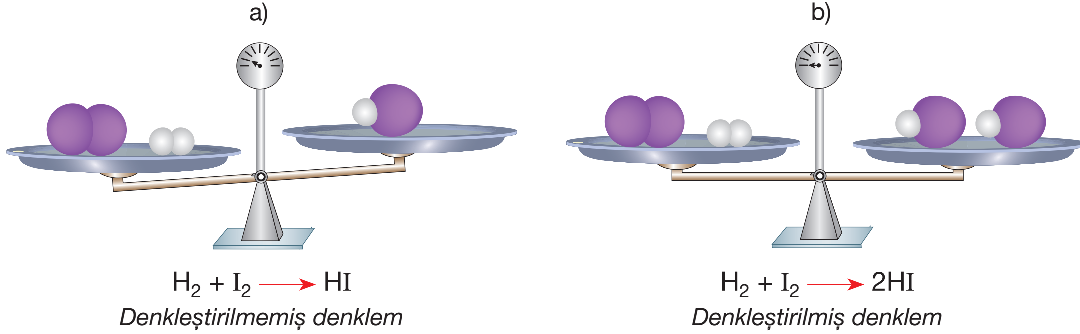
Aslında tüm tepkimelerde enerji alınır ya da verilir. Suyun ayrışması için enerji gerekli olduğundan ve metanın yanması ile önemli ölçüde enerji açığa çıktığından tepkime denklemlerinde "enerji" yazılmıştır. Aşağıda tepkime denklemi verilen demir bir telin paslanması sırasında da enerji açığa çıkar. Ancak bu enerji değeri düşük ve önemsizdir. Bu nedenle tepkime denkleminde gösterilmesine gerek yoktur.



1.3.2 Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi

1. bölümden de bildiğiniz gibi kimyasal tepkimelerde kütle korunmaktadır. Lavoisier, yaptığı deneylerle bu sonuca ulaşmıştır. Tepkimelerde kütlenin korunması ne anlama gelir?

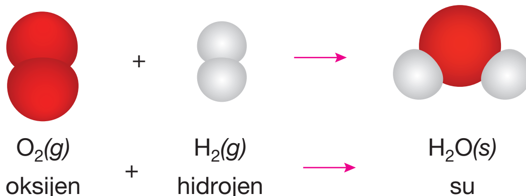
Tepkime öncesinde maddelerin kütlelerinin toplamı, sonrasında oluşan maddelerin kütlesine eşit olduğuna ve kimyasal tepkimelerde kimyasal bağlar kopup yeni kimyasal bağlar oluştuğuna göre tepkimelerde atomların sayısı ve türü değişmemelidir. Başka bir deyişle tepkime öncesi atom sayısı, tepkime sonucundaki atom sayısına eşit olmalıdır (Şekil 1.3.2).



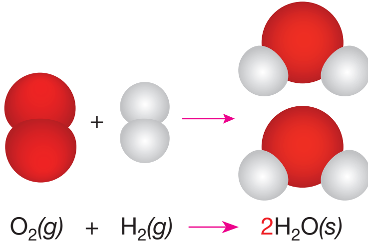
Şekil 1.3.2: *Kimyasal tepkimelerde kütle korunur. Bu nedenle tepkime öncesi ve sonrası atom sayısı denk olmalıdır.*

Atom sayıları korunduğuna göre tepkime denklemi yazılırken girenler ve ürünlerdeki atom sayıları eşit olmalıdır. Bunun için tepkime denkleminde element sembolleri ve bileşik formüllerinin önüne uygun katsayılar konularak atomların sayısı eşitlenir. Ayrıca tepkimede iyonlar varsa tepkime denkleminin ürünler ve girenler tarafındaki yük miktarı da eşit olmalıdır. Formüllerin ya da sembollerin önüne katsayılar yazılarak atom sayılarının türünün ve elektriksel yük miktarının denklemin girenler ve ürünler tarafında eşitlenmesi işlemi, **denklem denkleştirme** olarak ifade edilir (Şekil 1.3.2). Kimyasal tepkime denklemleri kesinlikle denk yazılmalıdır. Şimdi denklem denkleştirmeyi örneklerle açıklayalım.

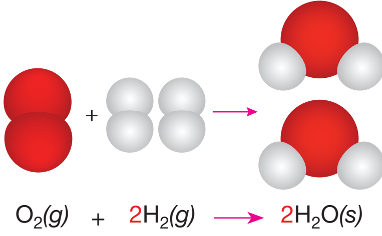
Şekil 1.3.3'teki tepkime modelini inceleyiniz. Girenler kısmında iki oksijen atomu olduğu hâlde ürün olan suda bir oksijen atomu vardır. Okun her iki yanındaki oksijen atomu sayısını nasıl eşitleriz? Suyun formülünü H_2O_2 şeklinde değiştirmeyi düşünebilirsiniz. Ancak atom sayıları, element sembolleri ve bileşik formüllerindeki alt indisler değiştirilerek eşitlenmemelidir. Çünkü bir bileşiğin formülündeki atom türü ve sayısı sabittir, değişmez. Ayrıca H_2O_2 hidrojen peroksit adlı başka bir bileşiğin formülüdür.



Şekil 1.3.3: *Suyun oluşumuna ait tepkime denkleminin modeli (denk değil)*



Şekil 1.3.4: *Suyun oluşumuna ait tepkime denkleminin modeli (denk değil)*



Şekil 1.3.5: *Suyun oluşumuna ait tepkime denkleminin modeli (denk)*

Tepkimelerin denkleştirilmesinde daima element, iyon sembolleri ve bileşik formüllerinin önüne (sol tarafına) uygun katsayılar yazılarak denkleştirme yapılır. Bu katsayılar kaç tane ya da kaç mol atom, molekül ya da iyonun kimyasal tepkimede ürünler ve girenlerde yer aldığını gösterir. Şimdi yukarıdaki tepkimede oksijen sayısını eşitlemek için suyun formülünün önüne 2 sayısını yazalım. Yazılan bu iki sayısı, 2 molekül ya da 2 mol su anlamına gelir. Böylece 2 molekül suda toplam 2 oksijen atomu olacaktır ve girenlerdeki oksijen sayısıyla eşitlenecektir (Şekil 1.3.4). Ancak bu durumda okun sol tarafındaki hidrojen atomu sayısı eksiktir. Hidrojen sayısını (4) eşitlemek için H_2 nin önüne 2 sayısı yazılmalıdır. Böylece tepkime denklemi denk olarak yazılmış olur (Şekil 1.3.5). Bu tepkime denklemi bize 1 molekül oksijen ile 2 molekül hidrojenin tepkimeye girip 2 molekül su oluşturduğunu (ya da 1 mol oksijen gazı ile 2 mol hidrojen gazının tepkimeye girip 2 mol su oluşturduğunu) ifade eder.

Bir tepkimenin denkleminden söz ediliyorsa bu tepkime denklemi denk olarak yazılmış olmak zorundadır. Örneğin "Kalsiyum metali oksijenle kalsiyum oksit oluşturur." tepkimesinin denklemini


$Ca(k) + O_2(g) \longrightarrow CaO(k)$ şeklinde yazmak eksiktir. Tepkime denklemi,


$2Ca(k) + O_2(g) \longrightarrow 2CaO(k)$ şeklinde yazılmalıdır.

Tepkime denklemi denkleştirilirken tepkimeye giren ve ürünlerdeki atom sayısı eşitlenir. Bunun için maddelerin sembollerinin önüne uygun katsayılar yazılır. Katsayılar, mümkün olan en küçük tam sayılar olmalıdır. Bileşik formüllerinin önüne kesirli katsayılar yazılmaz. Buna karşın O_2, Cl_2, O_3, F_2 gibi element moleküllerinin katsayıları kesirli sayı olabilir. Örneğin, $\frac{1}{2}Cl_2(g) + O_2(g) \rightarrow ClO_2(g)$ tepkimesinde klorun katsayısı $\frac{1}{2}$ yazılabilir. Kimyasal denklemleri denkleştirmeyi, verilen element sembolleri ve bileşik formüllerindeki alt indisleri, iyonların yük ve sayılarını değiştirerek yapmayınız.

Tepkime denklemlerini denkleştirme işlemine öncelikle hangi atomu seçerek başlayacağız? Genellikle en fazla atom bulunan formülde, sayısı en fazla olan atom seçilmelidir.

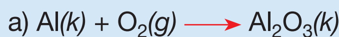
Örneğin $Fe_3O_4(k) + Mg(k) \longrightarrow Fe(k) + MgO(k)$ tepkimesinde sayıca en fazla atom, Fe_3O_4 formülünde vardır. Bu formülde sayısı en fazla olan atom, O atomudur. Öyleyse denkleştirmeye O atomu ile başlanmalıdır. O atomu sayısını eşitlemek için MgO formülünün önüne 4 katsayısı yazılmalıdır. Böylece Mg'un atom sayısı değiştiği için girenlerdeki Mg sembolünün önüne 4 yazılır. Son olarak ürünlerdeki Fe sembolünün önüne 3 yazılarak denkleştirme tamamlanır.

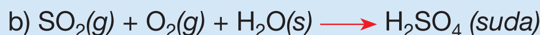

$Fe_3O_4(k) + 4Mg(k) \longrightarrow 3Fe(k) + 4MgO(k)$

Diğer durumlarda denklem denkleştirirken element atomlarının eşitlemesini metal-ametal-hidrojen-oksijen sırasına uyarak yapınız.

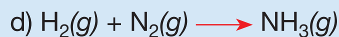
1. Alıştırma

Aşağıdaki tepkime denklemlerini denkleştiriniz.


a) $Al(k) + O_2(g) \longrightarrow Al_2O_3(k)$


b) $SO_2(g) + O_2(g) + H_2O(s) \longrightarrow H_2SO_4\ (suda)$


c) $P_4(k) + O_2(g) \longrightarrow P_2O_5(k)$


d) $H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow NH_3(g)$


e) $C_2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

1.3.3 Kimyasal Tepkime Türleri

Çevremizde, mutfakta, laboratuvarlarda, kimyasal madde üreten tesislerde, atmosferde, toprakta, suda, bitkilerde hatta vücudumuzda birçok tepkime olmaktadır. Bu tepkimelerin benzerlik ve farklılıkları var mıdır?

Kimyasal Tepkimelerin Sınıflandırılması

Kimyasal tepkimeler, ürünlerde ve girenlerde neler olduğuna bakılarak sınıflandırılır. Örneğin bir madde başka bir madde ile tepkimeye girerek daha karmaşık bir madde oluşturabilir ya da bir madde, daha basit maddelere ayrışabilir. Tepkimeler genel olarak sentez (oluşum), analiz (ayrışma) ve yer değiştirme olarak üçe ayrılır. Ancak bu tepkimelerden örneğin sentez tepkimesi içinde yer alan yanma gibi bazı özel tepkimeler dikkate alınarak tepkimeler yanma, sentez (oluşum), analiz (ayrışma), asit-baz, çözünme-çökelme şeklinde daha ayrıntılı olarak sınıflandırılır. Şimdi bu tepkime türlerini inceleyelim.

Bilgi Köşesi

Bu kitapta anlatılan tepkime türlerinden başka; nükleer tepkime, indirgenme, yükseltgenme, polimerleşme, fermantasyon gibi tepkime türleri de vardır.

a. Yanma Tepkimeleri

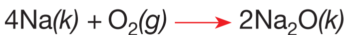
Bir maddenin O_2 ile tepkimeye girmesine **yanma** denir. Yanıcılık kimyasal özelliklerden biridir. Yanma tepkimeleri genelde hızlı gerçekleşir ancak demirin paslanması gibi bazı yanma tepkimeleri yavaş gerçekleşir. Yanma tepkimelerinde alev çıkma zorunluluğu yoktur. Demirin paslanması da yanmadır ama alev görülmez. Magnezyum metali düşük sıcaklıkta alevsiz, yüksek sıcaklıkta alevli yanar (Resim 1.3.3). Yanma tepkimeleri genellikle ısı enerjisi elde etmek için (ekzotermik) kullanılır. Azotun oksijenle yanma tepkimesi; dışarıya ısı vermeyen, dışarıdan ısı alan (endotermik) bir tepkimedir. Metaller oksijenle tepkimeye girdiğinde metal oksitleri oluşur. Ametaller oksijenle tepkimeye girdiğinde ametal oksitleri oluşur. Yapısında birden farklı türde element bulunduran maddeler yandıklarında genellikle her elementin yanma ürünü oluşur.



Resim 1.3.3: *Magnezyum yüksek sıcaklıkta parlak alevle yanar.*

Yanma tepkimelerine örnekler

1. Metal + oksijen ⟶ metal oksit


$4Na(k) + O_2(g) \longrightarrow 2Na_2O(k)$


$4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$

2. Ametal + oksijen ⟶ ametal oksit


$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$


$N_2(g) + 2O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

3. Kovalent bağlı bileşik + oksijen ⟶ ametal oksitleri


$CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$

Araştırınız

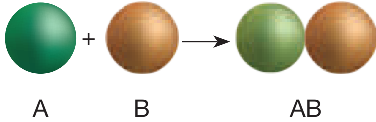
1. İyonik bileşikler yanar mı? Araştırınız.
2. Yanma tepkimelerinin ısı elde etme dışında nerelerde kullanıldığını araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Alıştırma

$4Fe(k) + 6H_2O(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 4Fe(OH)_3(k)$ tepkimesiyle gösterilen paslanma yavaş yanma olarak adlandırılır. Bunun gerekçesi nedir?

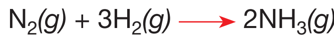
b. Sentez (Oluşum) Tepkimeleri

"Yeni bir ilaç sentezlendi.", "Kurşun geçirmeyen yeni bir madde sentezlendi." gibi cümleleri günlük yaşamda duyabiliriz. **Sentez (oluşum) tepkimesi,** iki ya da daha fazla maddenin tepkimeye girerek daha karmaşık yapılı yeni madde oluşturma tepkimesidir. Bu tepkimeyi gerçekleştirmek de sentezleme olarak ifade edilir. Sentez tepkimelerini Şekil 1.3.6'daki gibi genelleştirebiliriz. AB bileşik, A ve B ise element ya da bileşik olabilir. Ayrıca başlangıçta ikiden fazla, ürünlerde ise birden fazla madde olabilir. Sentez tepkimelerinde başlangıçtaki maddelerden daha az sayıda ürün oluştuğuna dikkat ediniz. Bu bilgiyi sentez tepkimelerini diğer tepkimelerden ayırt etmek için kullanabilirsiniz.



Şekil 1.3.6: Sentez tepkimelerinin genelleştirilmesi modeli

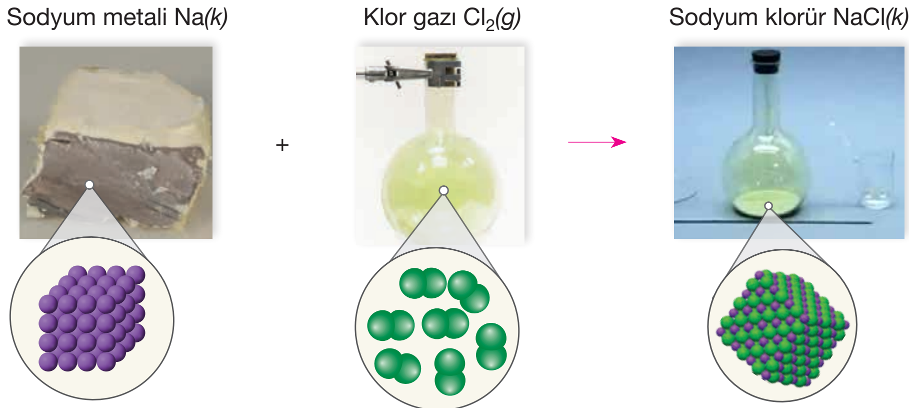
Sentez tepkimelerine;



$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$



$2Na(k) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(k)$ örnekleri verilebilir (Şekil 1.3.7).



Şekil 1.3.7: Na metali ve Cl_2 gazından NaCl bileşiğinin elde edilmesi, sentezlenmesi

Yukarıdaki sentez tepkimelerinde girenlerde yalnızca bileşiği oluşturacak elementler bulunmaktadır. Bu nedenle bu tepkimeler bileşiklerin elementlerinden sentezi tepkimeleridir. Bundan başka iki bileşik ya da bir bileşik ile bir elementin tepkimesi de sentez tepkimesi olabilir. Örneğin asit yağmurlarının oluşumunda kükürt trioksit gazı, havadaki su ile tepkimeye girer. Sülfürik asit oluşur. Bu tepkimede iki bileşikten (su ve kükürt trioksit) bir bileşik (sülfürik asit) oluşmuştur.



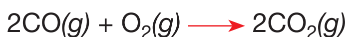
$SO_3(g) + H_2O(s) \longrightarrow H_2SO_4(suda)$

Aşağıdaki tepkime denklemini inceleyiniz.



$6CO_2(g) + 6H_2O(s) \xrightarrow{ışık} C_6H_{12}O_6(suda) + 6O_2(g)$

Tepkime denkleminden görüldüğü gibi oluşan $C_6H_{12}O_6$, başlangıçtaki (girenlerdeki) maddelerden daha karmaşık yapılı bir madde olduğundan bu tepkime bir sentez tepkimesidir. Hatta bu tepkime, bitkiler tarafından güneş ışığı ile gerçekleştirdiği için ışıkla sentez anlamında fotosentez olarak adlandırılır.



$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$

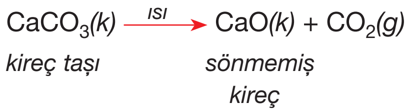
tepkimesi ise bir bileşik ve bir elementin tepkimesiyle oluşan sentez tepkimesidir.

3. Alıştırma

1. $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$ tepkimesi hem yanma hem sentez tepkimesidir. Neden?
2. Yanma tepkimelerine sentez tepkimeleri de denilebilir. Ancak tüm yanma tepkimeleri sentez tepkimesi değildir. Neden? 40. sayfadaki metanın yanma tepkime denklemini dikkate alarak yanıtınızı açıklayınız.

c. Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Bitki ya da hayvanlar öldüklerinde, topraktaki ya da sudaki bakteriler tarafından ayrıştırılır (Resim 1.3.4). Buradaki ayrışma, bitki ve hayvanların bünyesindeki bileşiklerin mikroorganizmalar sayesinde daha küçük birimlere dönüştürülmesidir. **Analiz (ayrışma) tepkimesi**nde bir bileşik daha basit bileşik ya da elementlere parçalanır. Analiz tepkimelerine sentez tepkimelerinin tersi de denilebilir. Analiz tepkimelerini Şekil 1.3.8'deki gibi genelleştirebiliriz. AB bileşik, A ve B ise element ya da bileşik olabilir. Oluşan bileşik ya da elementler ikiden fazla da olabilir (Yalnızca A ve B değil.). Sönmemiş kirecin, kireç taşından ısıtılarak elde edilme tepkimesi bir analiz tepkimesidir.

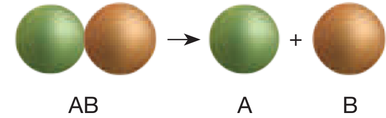


$$CaCO_3(k) \xrightarrow{ısı} CaO(k) + CO_2(g)$$

kireç taşı *sönmemiş kireç*



Resim 1.3.4: *Ağacın doğada ayrışması*



Şekil 1.3.8: *Analiz tepkimelerinin genelleştirilmesi modeli*

Maddeleri ışık enerjisi ile de ayrıştırabiliriz. Fotoğraf baskı kâğıtlarında kullanılan gümüş klorür ışık etkisi ile ayrışır.



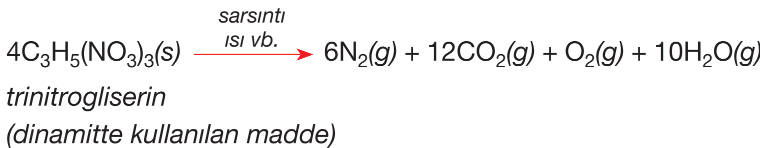
$$2AgCl(k) \xrightarrow{ışık} 2Ag(k) + Cl_2(g)$$

Bölüm girişinde bahsettiğimiz hava yastıklarında kullanılan sodyum azit ise elektrik enerjisi ile ayrışmaktadır.



$$2NaN_3(k) \xrightarrow{elektrik} 3N_2(g) + 2Na(k)$$

Yukarıdaki gibi bazı analiz tepkimeleri hayat kurtarmada kullanılabileceği gibi dinamitin patlaması gibi bazı analiz tepkimeleri ise kontrol altında yapılmazsa hayati tehlikeye yol açabilir.



$$4C_3H_5(NO_3)_3(s) \xrightarrow[ısı\ vb.]{sarsıntı} 6N_2(g) + 12CO_2(g) + O_2(g) + 10H_2O(g)$$

trinitrogliserin
(dinamitte kullanılan madde)

Bu tepkimede çok sayıda gaz hâlde madde ve ısı oluşur. Patlama olarak adlandırılan olay, aniden oluşan fazla miktarda gaz ve ısının yaptığı etkidir.

Araştırınız

AgCl, AgBr ve AgI bileşikleri ışık etkisi ile ayrıştığı için fotoğrafçılıkta kullanılır. Bu bileşiklerin ayrışma tepkimelerinin fotoğrafçılıkta ne işe yaradığını araştırınız.

Okulda Deneyiniz



Bir miktar $NaClO_3$ alarak deney tüpünde ısıtınız. Tüpün ağzına yanan kibriti yaklaştırınız. Ne gözlemlediniz? Bu ısıtma işleminde analiz tepkimesi olduğuna dair kanıtlarınız nelerdir? Tepkime denklemini yazınız.

Bilgi Köşesi

Kimyasal tepkime denklemlerinde ısı Δ ile de gösterilir.

4. Alıştırma

1. Aşağıdaki tepkimelerin analiz tepkimesi olduğuna dair kanıtlarınız nelerdir?



a) $2H_2O(s) \xrightarrow{elektrik} 2H_2(g) + O_2(g)$

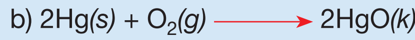


b) $2KClO_3(k) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(k) + 3O_2(g)$

2. Aşağıdaki tepkimelerden hangisi analiz hangisi sentez tepkimesidir? Neden?

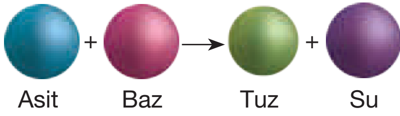


a) $2NH_4NO_3(k) \xrightarrow{\Delta} 2N_2(g) + O_2(g) + 4H_2O(g)$



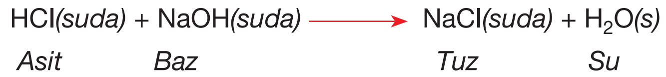
b) $2Hg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2HgO(k)$

ç. Asit - Baz Tepkimeleri



Şekil 1.3.9: Asit-baz tepkimelerinin genelleştirilmesi modeli

Suda hidrojen iyonu (H^+) oluşturan maddeler asit, hidroksit (OH^-) iyonu oluşturan maddeler bazdır. Asitin oluşturduğu H^+ ve bazın oluşturduğu OH^- iyonlarını içeren iki çözelti karıştırılırsa H^+ ve OH^- iyonu etkileşerek su oluşturur. Bu tepkime nötralleşme ya da asit - baz tepkimesi olarak adlandırılır. Tepkimede tuz olarak adlandırılan bileşik de oluşur. Bu tuz suda çözünen özellikte ise çözeltide kalır. Çözünmeyen özellikte ise katı olarak çöker. Asit - baz tepkimeleri, Şekil 1.3.9'daki gibi genelleştirilebilir.



$HCl(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$

Asit *Baz* *Tuz* *Su*

Bu tepkimenin başlangıcında H^+, Cl^- (asitten), Na^+ ve OH^- (bazdan) iyonları vardır. Bu iyonlardan OH^- ve H^+ suyu oluştururken Na^+ ve Cl^- iyonları tuzu (NaCl) oluşturur. NaCl suda çözündüğü için suda iyon (Na^+ ve Cl^-) hâlinde kalır.

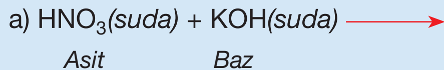
Asit - baz tepkimelerinde karıştırılacak çözeltiler, eşit miktarda OH^- ve H^+ iyonu içermiyorsa ayrıca asit ve bazların kuvveti de farklı ise ortam nötral olmayabilir.

Bilgi Köşesi

Sıkça karşılaşılan asitlere HCl, HF, CH_3COOH, H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4 ve sıkça karşılaşılan bazlara NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ örnek verilebilir. Asit ve baz konusu 3. ünitede ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

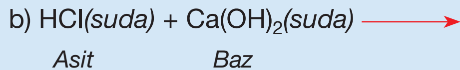
5. Alıştırma

Aşağıdaki tepkimeleri tamamlayınız.



a) $HNO_3(suda) + KOH(suda) \longrightarrow$

Asit *Baz*



b) $HCl(suda) + Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow$

Asit *Baz*

d. Çözünme - Çökelme Tepkimeleri

Genellikle iki çözünmüş maddenin karıştırılmasıyla çözünmeyen bir maddenin elde edildiği tepkimelerdir. Bitkilerden ya da minerallerden element ya da bileşikler elde edilirken bu tür tepkimeler önemli rol oynar. Ayrıca suların arıtımında istenmeyen maddeler sudan çöktürülerek ayrılır (Resim 1.3.5).



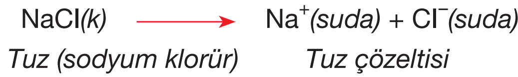
Resim 1.3.5: *Su arıtımında çöktürme havuzlarında çözünme - çökelme tepkimesinden yararlanılır.*

Çözünme: Bir maddenin diğer bir madde içinde atom, molekül ya da iyon boyutunda homojen olarak dağılmasıdır. Bazı moleküler maddeler, suda moleküler hâlde ya da kısmen iyonlarına ayrışarak; iyonik maddeler ise iyonlarına ayrışarak çözünür. Örneğin şeker molekül, tuz ise iyonik yapılıdır. Şeker suda moleküler hâlde, tuz ise iyonlarına ayrışarak çözünür.



$C_{12}H_{22}O_{11}(k) \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11}(suda)$

Şeker (sakkaroz) — *Şeker çözeltisi*



$NaCl(k) \longrightarrow Na^{+}(suda) + Cl^{-}(suda)$

Tuz (sodyum klorür) — *Tuz çözeltisi*

Suda çözünen iki tuz çözeltisi karıştırıldığında suda çözünmeyen bir tuz oluşarak çökebilir. Örneğin şehir şebeke sularının arıtımında suya bulanıklık veren maddeler suya eklenen alüminyum sülfat ve kalsiyum hidroksitin tepkimesi sonucu oluşan alüminyum hidroksit ile çöktürülür.



$$3Ca(OH)_2(suda) + Al_2(SO_4)_3(suda) \longrightarrow 3CaSO_4(suda) + 2Al(OH)_3(k)\downarrow$$

Yukarıdaki tepkimede oluşan $Al(OH)_3$, jel kıvamında bir katıdır. Suda çökerken suda kirliliğe yol açan küçük bitki toprak kalıntılarını beraberinde çöktürür. Ayrıca bu tepkimeyle sudaki istenmeyen alüminyum ve hidroksit iyonları da çökmeyle uzaklaşmış olur.

Bir tepkimede katyon ve anyonlar birleşerek suda az çözünen ya da çözünmeyen tuz oluşturuyorsa bu tepkimeler **çözünme - çökelme tepkimesi** olarak adlandırılır. Oluşan tuz çözünmediği için suda çöker. Böylece çökelek (çökelti) denilen katı madde oluşur. Bu olaya **çökelme** denir. Yukarıdaki tepkime bu açıdan bir çözünme - çökelme tepkimesidir. Suda çözünmüş olarak bulunan $Ca(OH)_2$ ile $Al_2(SO_4)_3$ tuzları tepkimeye girerek $Al(OH)_3$ çökeleğini oluşturmuştur. Diğer yandan oluşan $CaSO_4$ suda kalmıştır. Bu tepkimeyi aşağıdaki gibi iyonlar içerecek şekilde yazabiliriz:



$$3Ca(OH)_2(k) \longrightarrow 3Ca^{2+}(suda) + 6OH^{-}(suda)$$



$$Al_2(SO_4)_3(k) \longrightarrow 2Al^{3+}(suda) + 3SO_4^{2-}(suda)$$



$$3Ca^{2+}(suda) + 6OH^{-}(suda) + 2Al^{3+}(suda) + 3SO_4^{2-}(suda) \longrightarrow 3Ca^{2+}(suda) + 3SO_4^{2-}(suda) + 2Al(OH)_3(k)$$

Çözünme - çökelme tepkimelerinde ürünlerde ve girenlerde ortak olan iyonlar değişime uğramadığı için genellikle tepkime denkleminde gösterilmez. Böylece yukarıdaki tepkimeyi değişime uğrayan iyonları göstererek



$$2Al^{3+}(suda) + 6OH^{-}(suda) \longrightarrow 2Al(OH)_3(k)$$

şeklinde yazarız. Bu tepkime denklemine yukarıdaki tepkimenin **net iyon denklemi** denir.



Şekil 1.3.10: *Çözünme - çökelme tepkimelerinin genelleştirilmesi modeli*

Çözünme - çökelme tepkimelerini Şekil 1.3.10'daki gibi genelleştirebiliriz (Burada AD katı, CB suda olabilir.).

Kurşun(II) nitrat ve potasyum iyodür çözeltileri karıştırılırsa ne olur? Bu bir çözünme - çökelme tepkimesi midir? Neden? Soruların yanıtı için aşağıdaki 3. Etkinlik'i yapalım.

3. Etkinlik: Çözünme - Çökelme Tepkimesi midir?

Amaç: Kurşun(II) nitrat çözeltisi ile potasyum iyodür çözeltisi karıştırıldığında tepkime olup olmayacağını, tepkime olur ise tepkimenin türünü belirlemek.

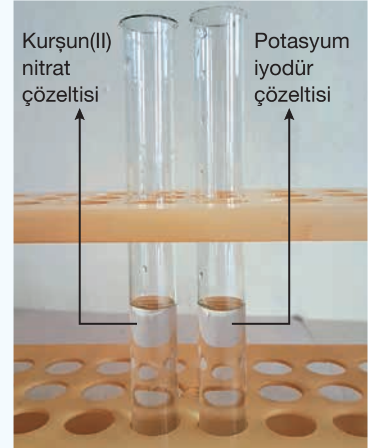


Araç Gereç

1. Potasyum iyodür
2. Kurşun(II) nitrat
3. Saf su
4. Spatül
5. Deney tüpü (3 adet)
6. Terazi
7. Tüplük
8. Lastik tıpa (2 adet)
9. Dereceli silindir
10. Saat camı

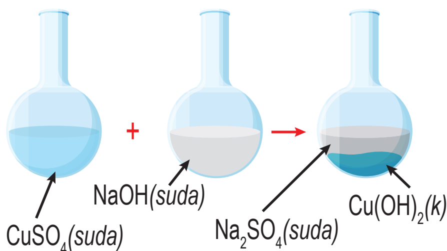
İzlenecek Yol

1. İkişer kişilik gruplar oluşturunuz. Potasyum iyodür ve kurşun(II) nitrat katısından spatülle alarak 3,3 g olacak şekilde terazide ayrı ayrı tartınız. Bu iki katıyı bir deney tüpüne koyarak karıştırınız ve gözlemleyiniz.
2. Potasyum iyodür ve kurşun(II) nitrat katısından tekrar spatülle alarak 3,3 g olacak şekilde terazide ayrı ayrı tartınız. Tarttığınız katıları ayrı ayrı deney tüplerine koyunuz. Bu kez üzerlerine onar mL saf su ekleyiniz.
3. Deney tüplerinin ağzını lastik tıpa ile kapatarak deney tüplerini çalkalayınız.
4. Bir deney tüpündeki sıvıyı diğer deney tüpündeki sıvıya ekleyiniz ve gözlemleyiniz.



Sonuç

1. İki katıyı deney tüpünde karıştırdığınızda ne gözlemlediniz?
2. Çalkalama sonrası elde ettiğiniz iki sıvıyı birbiriyle karıştırınca ne gözlemlediniz?
3. Katıları tartarak almaktaki amaç ne olabilir?
4. İki sıvı karıştırılınca tepkime olduğuna dair kanıtınız nedir? Suyun tepkimedeki rolü nedir? Tartışınız.
5. Bu tepkimenin çözünme - çökelme tepkimesi olup olmadığı ile ilgili kanıtınız nedir? Tepkimenin denklemini yazınız.
6. Deneyde potasyum iyodür yerine potasyum karbonat kullansaydınız deneyiniz nasıl değişirdi? Açıklayınız.



Şekil 1.3.11: *Çözünme-çökelme tepkimesi*

Bir miktar bakır(II) sülfat katısı cam balondaki suda çözünüyor. Diğer cam balona ise sodyum hidroksit çözeltisi konuluyor (Şekil 1.3.11). Bu iki çözelti karıştırılıyor. Karıştırma sonucunda bakır(II) hidroksit çöküyor. Tepkimenin denklemi



$$CuSO_4(suda) + 2NaOH(suda) \longrightarrow Na_2SO_4(suda) + Cu(OH)_2(k)$$

şeklindedir. Bu tepkime de bir çözünme - çökelme tepkimesidir. Bu tepkimeyi 3. Etkinlik'teki tepkime ile karşılaştırınız. Benzerliklerini ve farklılıklarını belirtiniz.

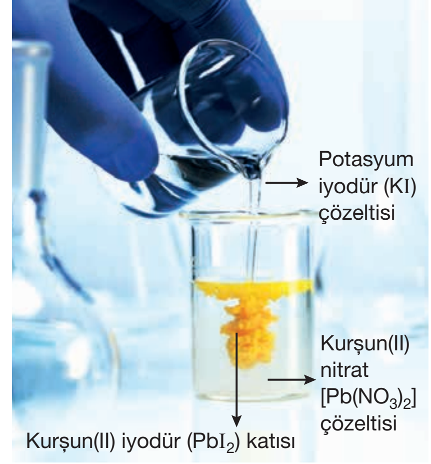
Sizin de fark edeceğiniz gibi etkinlikte yaptığınız tepkime de çözünme - çökelme tepkimesidir. Kurşun(II) nitrat çözeltisi ile potasyum iyodür çözeltisi karıştırılınca sarı renkli kurşun(II) iyodür katısı çöker (Resim 1.3.6). Potasyum nitrat ise çözeltide çözünmüş olarak kalır.

Çözünme - çökelme tepkimelerine



$$AgNO_3(suda) + NaCl(suda) \longrightarrow AgCl(k) + NaNO_3(suda)$$

tepkimesini de örnek olarak verebiliriz.



Resim 1.3.6: *$Pb(NO_3)_2$ çözeltisine KI çözeltisi eklendiğinde sarı renkli PbI_2 katısı oluşur ve çöker.*

Bazı tepkimeleri buraya kadar açıkladığımız tepkime türlerinden hangisine dâhil edeceğimize karar vermekte zorlanabiliriz. Ayrıca bazı tepkimeler birden fazla tepkime türüne dâhil edilebilir. Bu nedenle tepkime türleri arasında kesin bir sınır çizmek bazen zordur. Örneğin metanın oksijenle tepkimesi



$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + \text{enerji}$$

okun sağ tarafına bakıldığında birden fazla madde olduğu için ayrışma tepkimesi gibi görünmektedir. Ancak okun sol tarafına baktığımızda birden fazla madde bulunmaktadır. Bundan dolayı da sentez tepkimesi gibi görülebilir. Ancak tepkime denklemine göre, metan oksijenle birleşmiş ve enerji vermiştir. Bu nedenle tepkimeyi, yanma tepkimesi olarak sınıflandırmak daha uygundur.

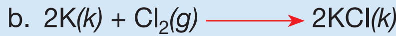
6. Alıştırma

1. Çözünme - çökelme tepkimesi su dışında başka bir ortamda gerçekleşebilir mi? Neden?

2. Aşağıdaki tepkimeleri sınıflandırınız. Hangisi çözünme - çökelme tepkimesidir?



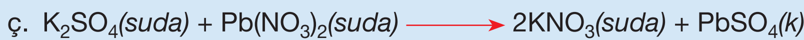
a. $CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$



b. $2K(k) + Cl_2(g) \longrightarrow 2KCl(k)$

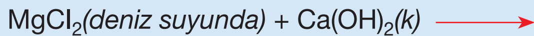


c. $MgCO_3(k) \xrightarrow{ısı} MgO(k) + CO_2(g)$



ç. $K_2SO_4(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow 2KNO_3(suda) + PbSO_4(k)$

3. Magnezyum metalinin deniz suyundan elde edilme aşamasında ilk önce deniz suyuna sönmüş kireç [$Ca(OH)_2$] katılır. Böylece deniz suyundaki magnezyum iyonları çöktürülür. Buna göre aşağıdaki tepkime denklemini tamamlayınız.



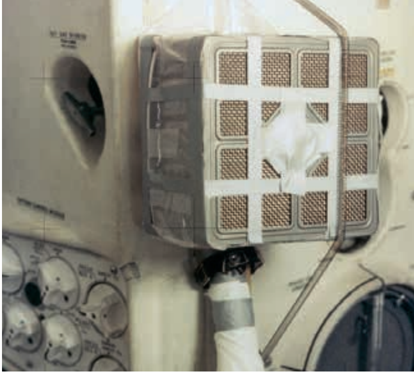
$MgCl_2(deniz\ suyunda) + Ca(OH)_2(k) \longrightarrow$

Bilişim Teknolojilerinden Yararlanma

www.eba.gov.tr/video/izle/video4f4d4f04e2f041 adresinden kimyasal tepkime türleri ve http://www.eba.gov.tr/video/izle/02587945eff87227547c5a7301c1500e548b681ed6007 adresinden kimyasal tepkimeler ile ilgili videolar izleyiniz.

https://phet.colorado.edu/tr/simulation/balancing-chemical-equations adresinden “Kimyasal Reaksiyonları Denkleştirme” adlı simülasyonu çalıştırınız. Burada verilen çeşitli denklemleri denkleştiriniz.

1.3.4 Kimyasal Tepkimelerde Hesaplamalar



Resim 1.3.7: *Apollo 13 Ay Modülü'nde karbon dioksiti uzaklaştırmak için içinde lityum hidroksit bulunan kutu*

Uzay mekiği ya da uzay istasyonlarında yaşanabilir bir ortam için hava, su, yiyecek, enerji önemli sorundur. Çünkü bir insanın yaklaşık olarak günde 3 L suya, 550 L saf oksijene (ya da 11.000 litre havaya) ihtiyacı vardır. Solunum sonucunda yaklaşık 450 L karbon dioksit oluşur. Bununla birlikte uzay araçları belirli bir yük kapasitesine sahiptir. Yaşam için tüm maddeleri taşıyacağı yeterince geniş yeri yoktur. Bu nedenle astronotlar başlangıçta az miktarda depolayarak getirdikleri oksijen, su gibi bazı ihtiyaç maddelerini sonradan uzay aracında getirdikleri kaynaklardan üretmek; ortaya çıkan karbon dioksit, aseton, amonyak gibi zararlı maddeleri ortamdan uzaklaştırmak zorundadır. Yanlarında depolayarak getirdikleri oksijenin tükenmemesi için güneş enerjisinden faydalanılarak elde edilen elektrik enerjisi kullanılarak su ayrıştırılır ve bu yolla oksijen üretilir. Bu sırada hidrojen gazı da açığa çıkar. Hidrojen gazı, yakıt hücrelerinde yakılarak enerji elde edilir. Yanma sonucu ise su açığa çıkar. Solunum sonucu oluşan karbon dioksit, lityum hidroksitle tepkimeye sokularak ortamdan uzaklaştırılır (Resim 1.3.7). Bu tepkime sonucunda su ve lityum karbonat açığa çıkar. Hem hidrojenin yanması hem de lityum hidroksitin tepkimesi sonucu oluşan sular, tekrar hidrojen ve oksijene ayrıştırılarak kullanılır. Görüldüğü gibi astronotların yaşam destek sistemlerinde birçok kimyasal tepkime rol almaktadır.

Bir astronot; görevi süresince ne kadar oksijen tüketir, ne kadar karbon dioksit üretir? Astronotların görevleri süresince ürettikleri karbon dioksiti uzaklaştırmak için başlangıçta uzay aracına ne kadar lityum hidroksit alınmalıdır? Ortaya çıkacak olan lityum karbonatın ve suyun kütlesi ne kadar olacaktır? Sudan, ne kadar enerji ile ne kadar hidrojen ve oksijen gazı elde edilir?

Bu tür soruların yanıtlanması kimyasal tepkimeler üzerinden yapılan miktar hesaplamalarıyla mümkündür. Bir kimyasal tepkime miktar yönünden bize hangi bilgileri verir?

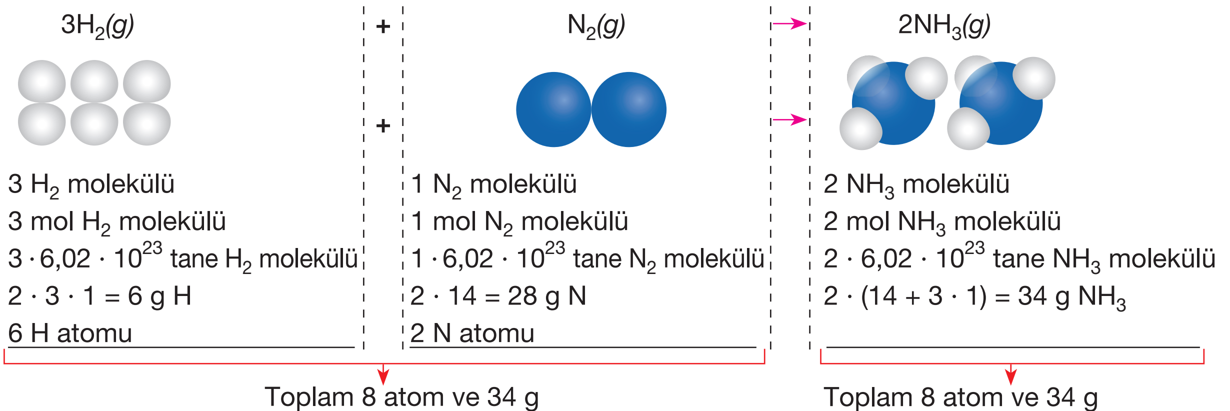
Kimyasal Tepkime Denklemlerinden Edinilen Miktar ile İlgili Bilgiler

Bir kimyasal tepkime denklemi genel anlamda hangi maddelerden hangi ürünlerin oluştuğunu gösterir. "Başlangıç maddelerinden ne kadar ürün elde ederiz? Belirli miktarda ürün elde etmek için başlangıçta madde ya da maddelerden ne kadar almalıyız?" sorularının yanıtı ise kimyasal tepkime denklemlerinden yararlanarak bulunur. Örneğin amonyak, hidrojen gazı ile azot gazının tepkimesiyle üretilir. Bu tepkimenin denklemi;



$3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ şeklindedir.

Bu tepkime denkleminden aşağıdaki bilgileri yazabiliriz.



Görüldüğü gibi denkleşmiş bir tepkime denklemi mikro düzeyde (atom, molekül, iyon) atom sayısı, molekül sayısı vb. bilgileri, makro düzeyde ise mol olarak miktarı göstermektedir. Kütle (gram) olarak miktarı doğrudan göstermese de tepkimedeki atomların 1 mol bağıl kütleleri kullanılarak kütle kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Tepkimede ürünler ve girenlerin kütle olarak toplamlarının birbirine eşit olduğuna dikkat ediniz. Bu kütlenin korunumu kanununun bir sonucudur.

Yukarıdaki tepkime en basitinden 3 mol H_2 gazıyla 1 mol N_2 gazının tepkimeye girerek 2 mol NH_3 gazını oluşturduğunu gösterir. Bu miktarları birbirleriyle karşılaştırarak aşağıdaki oranları ya da eşitlikleri yazabiliriz:

$$\frac{3 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } N_2}, \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3}, \frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} \text{ ya da } n_{H_2} = 3n_{N_2}, n_{H_2} = \frac{3}{2}n_{NH_3}, n_{NH_3} = 2n_{N_2}$$

Bu bilgiden yola çıkarak miktar (mol, kütle, gazlar için hacim) hesaplamaları yapabiliriz. Şimdi bu hesaplamalarla ilgili örnekler yapalım.

Kimyasal Tepkimelerde Mol Hesaplamaları

Bu hesaplamalarda girenler ve ürünler arasındaki mol ilişkisinden (oranından) yararlanılır.

Örnek



$3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

Tepkimesine göre 6 mol H_2 gazının yeterince N_2 gazı ile tepkimesinden kaç mol NH_3 gazı oluşur?

Çözüm

Tepkime denklemine göre $\frac{n_{H_2}}{n_{NH_3}} = \frac{3}{2}$'dir. Başka bir deyişle $n_{H_2} = \frac{3}{2}n_{NH_3}$ eşitliği vardır. Buradan bize verilen 6 mol H_2 ile

$$\frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3} = \frac{6 \text{ mol } H_2}{x \text{ mol } NH_3}$$ orantısını kurabiliriz.

Orantıyı $x = \frac{6 \cdot \text{mol } H_2 \cdot 2 \text{ mol } NH_3}{3 \text{ mol } NH_3}$ şeklinde çözersek x = 4 mol NH_3 bulunur. II. bir yol olarak $n_{H_2} = \frac{3}{2}n_{NH_3}$ eşitliğini kullanırsak $6 = \frac{3}{2}n_{NH_3} \Longrightarrow n_{NH_3} = 4$ mol bulunur.

Örnek

Bir uzay aracındaki astronot, solunumu sonucunda günde 20 mol CO_2 gazını uzay aracı içine vermektedir. Oluşan CO_2 gazı LiOH ile tepkimeye sokularak uzaklaştırılır. Tepkimenin denklemi, $2LiOH(k) + CO_2(g) \longrightarrow Li_2CO_3(k) + H_2O(g)$ şeklinde olduğuna göre 20 mol CO_2 gazını uzaklaştırmak için uzay aracına yer istasyonundan kaç mol LiOH katısının yüklenmiş olması gerekir?

Uyarı

Kimyasal tepkimelerle ilgili soruların çözümlerine öncelikle, verilenlerin molünü bulmayla başlayınız. Daha sonra istenenin molünü tepkime denklemi yardımıyla bulunuz. Son aşamada bulduğunuz değeri istenene çeviriniz.

Çözüm

Tepkimeye göre 1 mol CO_2 gazını uzaklaştırmak için 2 mol LiOH katısı gerekmektedir. Buna göre, $\frac{n_{CO_2}}{n_{LiOH}} = \frac{1}{2}$'dir. Bize verilen 20 mol CO_2 ile $\frac{1 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol LiOH}} = \frac{20 \text{ mol } CO_2}{x \text{ mol LiOH}}$ orantısını yazabiliriz.

Orantıyı, $x = \frac{2 \text{ mol LiOH} \cdot 20 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2}$ şeklinde yazıp çözersek

x = 40 mol LiOH bulunur.

$n_{LiOH} = 2n_{CO_2}$ eşitliğinden

$n_{LiOH} = 2 \cdot 20$

$= 40$ mol LiOH katısı gerektiği bulunabilir.

7. Alıştırma

Demir, hematit (Fe_2O_3) mineralinin karbon monoksit ile tepkimesi sonucu elde edilir. Bu sırada karbon dioksit gazı da oluşur. Tepkime denklemini yazarak girenler ve ürünler ile bunlar arasındaki olası tüm mol ilişkilerini yazınız. 15 mol demir elde etmek için kaç mol karbon monoksit gazı kullanılır? Hesaplayınız.

(**Uyarı:** Tepkime denklemlerinin denk yazılması gerektiğini ve katsayıların o maddelerin mol sayısı olduğunu unutmayınız.)

Kimyasal Tepkimelerde Molekül Sayısı Hesaplamaları

Bu tür hesaplamalarda tepkimedeki mol (oranından) ilişkisinden yararlanarak istenen maddenin molekül sayısı bulunabilir. Yalnız burada "molekül sayısı" hesaplamalarının molekül yapılı bileşik ya da elementler için geçerli olduğuna, iyonik maddelerin molekülleri olmadığı için bunlara uygulanamayacağına dikkat edilmelidir.

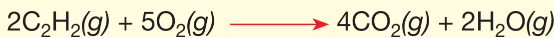
Örnek

Asetilen gazı (C_2H_2) yandığında karbon dioksit gazı ve su buharı oluşurken yüksek miktarda da ısı açığa çıkar. Açığa çıkan ısıdan yararlanarak kaynak yapılabilir, demir kesilebilir. 4 mol asetilenin yanması için kaç tane oksijen molekülü gerekir?



Çözüm

Tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:



$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$

Bu tepkime denklemine göre

2 mol C_2H_2'in yanması için 5 mol O_2 molekülü gerekmektedir. Buna göre 4 mol C_2H_2 için gerekli oksijenin molü

$n_{O_2} = \frac{5}{2} n_{C_2H_2}$ eşitliğinden $n_{O_2} = \frac{5}{2} \cdot 4 \Longrightarrow n_{O_2} = 10$ mol bulunur.

1 mol molekülde Avogadro sayısı ($6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane) kadar molekül olduğuna göre

$\frac{1 \text{ mol } O_2 \text{ molekülü}}{6{,}02.10^{23} \text{ tane } O_2 \text{ molekülü}} = \frac{10 \text{ mol } O_2 \text{ molekülü}}{x \text{ tane } O_2 \text{ molekülü}}$ orantısı yazılabilir. Buradan

$x = 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 10$

$= 6{,}02 \cdot 10^{24}$ tane O_2 molekülü sonucu bulunur. Bu tür problemlerde molü bulduktan sonra, daha önceden öğrendiğiniz $n = \frac{N}{N_A}$ bağıntısını da kullanabilirsiniz.

8. Alıştırma

Alüminyum metali ile hidroklorik asit tepkimeye girdiğinde alüminyum klorür tuzu ve hidrojen gazı oluşur. 1,5 mol hidroklorik asit ile yeterince alüminyum tepkimeye girdiğinde kaç tane hidrojen molekülü oluşur?

Kimyasal Tepkimelerde Atom Sayısı Hesaplamaları

Makro düzeyde kimyasal tepkimelerde maddelerin molleri ile maddelerin kütleleri ilişkilendirilerek hesaplamalar yapılmıştı (51. sayfa). Mikro düzeyde ise kaç atomun (ya da molekülün) tepkimeye girdiği yine tepkime denkleminden yararlanarak hesaplanabilir. Bu tür hesaplamalarda mol ve Avogadro sayısı ilişkisinden faydalanılır. Bildiğiniz gibi 1 mol, Avogadro sayısı ($6{,}02 \cdot 10^{23}$) kadar tanecik anlamına gelmektedir. Öyleyse bir mol elementte Avogadro sayısı kadar atom bulunacaktır. Yine mol - Avogadro ilişkisinden yararlanarak tepkimede yer alan bileşikteki atomların sayısı hesaplanabilir. Bu hesaplamaların tersi de yapılabilir. Örneğin bir kimyasal tepkimede atom sayısı verilen bir maddenin mol sayısı hatta kütlesi hesaplanabilir. Şimdi atom sayısı hesaplamaları ile ilgili örnek sorular çözelim.

Örnek

Yemek tuzunun (sodyum klorür) elementlerinden oluşum tepkimesinin denklemi,



$2Na(k) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(k)$ şeklindedir.

Buna göre 0,5 mol sodyum klorür elde etmek için kaç tane sodyum atomu kaç tane klor molekülü ile tepkimeye girmelidir?

Çözüm

Tepkime denklemine göre 2 mol sodyum atomundan 2 mol sodyum klorür elde edilmektedir. Öyleyse 0,5 mol sodyum klorür için 0,5 mol sodyum atomu gereklidir. 1 mol sodyumda Avogadro sayısı kadar atom olduğuna göre

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A$$

$$N = 0{,}5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}$$

$N = 3{,}01 \cdot 10^{23}$ tane Na atomu tepkiye girmelidir.

Tepkime denklemine göre 2 mol sodyum klorür oluşması için 1 mol klor molekülü (Cl_2) tepkimeye girmektedir. Buna göre,

$$n_{NaCl} = 2n_{Cl_2}$$

$$0{,}5 \text{ mol} = 2 \cdot n_{Cl_2}$$

$n_{Cl_2} = 0{,}25$ mol bulunur.

1 mol Cl_2 molekülünde Avogadro sayısı kadar molekül olduğuna göre 0,25 mol Cl_2 molekülünde

$$n = \frac{N}{N_A} \Longrightarrow N = n \cdot N_A$$

$$= 0{,}25 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}$$

$= 1{,}505 \cdot 10^{23}$ tane Cl_2 molekülü vardır.

9. Alıştırma

Kükürt elementinden sülfürik asit üretiminin ilk iki aşamasında kükürt elementi oksijen gazıyla tepkimeye sokularak kükürt trioksit gazı elde edilir. Sonra kükürt trioksit gazı suyla etkileştirilerek sülfürik asit elde edilir. Buna göre, 1,5 mol oksijen molekülü ile

a) Kaç mol kükürt atomu

b) Kaç tane kükürt atomu tepkimeye girer?

Kimyasal Tepkimelerde Kütle Hesaplamaları

Kimyacılar bazen belirli miktardaki maddelerden ne kadar ürün elde edileceğini ya da belirli miktarda ürün elde etmek için ne kadar başlangıç maddesine ihtiyaç olduğunu hesaplamak zorundadır. Bu tür hesaplamalarda tepkime denklemini ve bu tepkime denkleminde yer alan maddelerin mol oranlarını belirlemek önemlidir. Hesaplama için aşağıdaki basamaklar uygulanabilir:

1. Tepkime denklemini yazınız.
2. Verilen maddenin molünü kütle ve mol kütlesinden faydalanarak hesaplayınız.
3. Tepkime denklemindeki katsayılardan, mol oranlarından yararlanarak istenen maddenin molünü bulunuz.
4. İstenen maddenin molünü, mol kütlesini kullanarak kütleye dönüştürünüz.

Örnek

Fosfordan fosforik asit üretilirken ilk önce fosfor (P_4) yakılır, tetrafosfor dekaoksit elde edilir. Elde edilen bu madde suyla tepkimeye sokularak asit üretilir. Buna göre,14,2 g tetrafosfor dekaoksit üretmek için kaç mol oksijen gazı gerekir? (P: 31 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Çözüm

1. Adım: Tepkime denklemi doğru ve denk şekilde yazılır.

$$P_4(k) + 5O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(k)$$



2. Adım: Verilen tetrafosfor dekaoksitin kütlesi (14,2 g) mole çevrilmelidir. Bunun için tetrafosfor dekaoksitin 1 molünün molekül kütlesi, molekülü oluşturan atomların mol kütleleri kullanılarak hesaplanır. Bu değerden faydalanarak verilen kütle, mole dönüştürülür.

$$M_{P_4O_{10}} = 4 \cdot 31 \text{ g mol}^{-1} + 10 \cdot 16 \text{ g mol}^{-1}$$
$$= 284 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_{P_4O_{10}} = \frac{m_{P_4O_{10}}}{M_{P_4O_{10}}} \Rightarrow n_{P_4O_{10}} = \frac{14,2 \text{ g}}{284 \text{ g mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

3. Adım: Tepkime denklemindeki mol oranından yararlanılarak istenen maddenin (oksijen gazının) molü hesaplanır. Buna göre 5 mol O_2 den 1 mol P_4O_{10} oluşmaktadır. Öyleyse

$n_{O_2} = 5 \cdot n_{P_4O_{10}}$ yazılabilir.

$n_{O_2} = 5 \cdot 0,05$

$n_{O_2} = 0,25$ mol bulunur.

Soruda kütle istenmediği için 4. adıma gerek yoktur.

Uyarı

Mol - kütle ya da diğer mol hesaplamaları yapılırken üç tür yöntem uygulanabilir.

1. yöntem: Yandaki örnekte kullandığımız "mol" yöntemidir. Bu yöntemde $n = \frac{m}{M}$ formülünden yararlanılır. Sonra tepkime denklemindeki katsayılardan yararlanılarak problem çözülür.

2. yöntem: Tamamen orantı kurularak yapılır. Buna göre yandaki örnek şu şekilde çözülür:

$$\frac{1 \text{ mol } P_4O_{10}}{284 \text{ g } P_4O_{10}} = \frac{x \text{ mol } P_4O_{10}}{14,2 \text{ g } P_4O_{10}}$$

$$\Longrightarrow x = 0,05 \text{ mol } P_4O_{10}$$

Tepkime denklemine göre,

$$\frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } P_4O_{10}} = \frac{x \text{ mol } O_2}{0,05 \text{ mol } P_4O_{10}}$$

$$\Longrightarrow x = 0,25 \text{ mol } O_2$$

3. yöntem: Dönüşüm faktörü kullanılır. Bunun için örneğin çözümündeki adımlar izlenir. Verilenle başlanır. Verilenin molü, istenenin molü, son olarak da istenenin miktarını bulacak şekilde dönüşüm faktörü yazılır.

$$x = 14,2 \text{ g } \cancel{P_4O_{10}} \cdot \left(\frac{1 \text{ mol } \cancel{P_4O_{10}}}{284 \text{ g } \cancel{P_4O_{10}}}\right) \cdot \left(\frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } \cancel{P_4O_{10}}}\right) \Longrightarrow x = 0,25 \text{ mol}$$

bulunur.

Hangi yöntem kolayınıza gelirse onu uygulayınız. Biz bu kitapta 1. yöntemi bazen de 1 ve 2. yöntemi karışık kullanacağız.

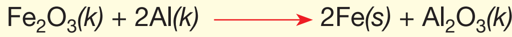
Örnek

Endüstriyel kaynakçılıkta bazı tepkimelerden yararlanılabilir. Örneğin demir yollarında rayları kaynatmak amaçlı kullanılan ve termit tepkimesi olarak adlandırılan tepkime bunlardan biridir. Termit tepkimesinde toz hâline getirilmiş alüminyum ile demir(III) oksit tepkimeye girer, ısı yanında erimiş demir ve alüminyum oksit oluşur. Buna göre 3,2 g demir(III) oksitin yeterince alüminyum ile tepkimesinden kaç gram erimiş demir elde edilir? (Fe: 56 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})



Çözüm

1. Adım: Tepkimenin denklemi yazılır.



$$Fe_2O_3(k) + 2Al(k) \longrightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(k)$$

2. Adım: Verilen maddenin mol kütlesi bulunur. Verilen kütle değeri bu mol kütlesi kullanılarak mole çevrilir.

$$M_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 56\,g\,mol^{-1} + 3 \cdot 16\,g\,mol^{-1}$$
$$= 112\,g\,mol^{-1} + 48\,g\,mol^{-1}$$
$$= 160\,g\,mol^{-1}$$
$$n_{Fe_2O_3} = \frac{3{,}2\,g}{160\,g\,mol^{-1}} \Longrightarrow n_{Fe_2O_3} = 0{,}02\,mol$$

3. Adım: Tepkime denklemine göre 1 mol Fe_2O_3'den 2 mol Fe elde edilmektedir. Öyleyse $n_{Fe} = 2 \cdot n_{Fe_2O_3}$ eşitliği ya da

$$\frac{1\ mol\ Fe_2O_3}{2\ mol\ Fe} = \frac{0{,}02\ mol\ Fe_2O_3}{x\ mol\ Fe}$$ orantısı yazılabilir. Buradan

$n_{Fe} = 2 \cdot 0{,}02$ mol $\Longrightarrow n_{Fe} = 0{,}04$ mol bulunur.

4. Adım: Bulunan mol değeri, Fe'in mol kültesi kullanılarak kütle birimine dönüştürülür.

$m = n \cdot M$

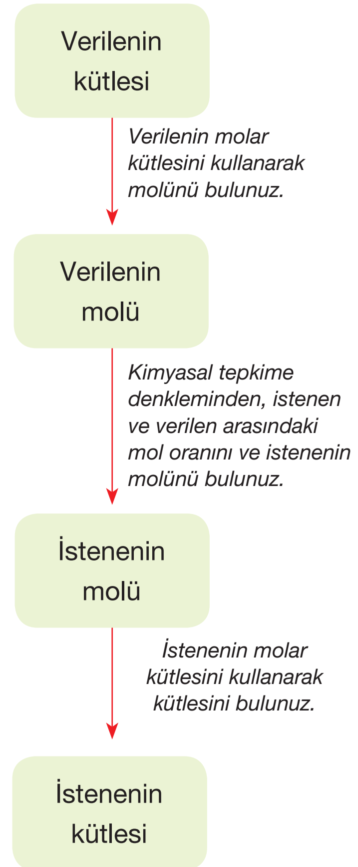
$m_{Fe} = 0{,}04\ mol \cdot 56\ g\ mol^{-1}$

$m_{Fe} = 2{,}24$ g bulunur.

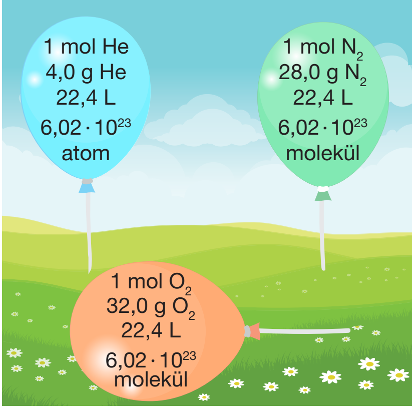
Kimyasal tepkimelerde kütle hesaplamalarını yaparken uygulayacağınız adımlar Şekil 3.12'de gösterilmiştir. İnceleyiniz.

10. Alıştırma

Konu girişinde de belirtildiği gibi hava yastıklarında ayrışarak şişmeyi sağlayan sodyum azit (NaN_3) miktarı çok önemlidir. Genellikle sürücü hava yastığı için bu miktar 130 g'dır. Bu kadar azidin ayrışmasından kaç gram azot (N_2) gazı, kaç gram sodyum (Na) oluşur?
(Na: 23 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1})



Şekil 3.12: *Kimyasal tepkime denklemlerinde kütle hesaplamaları yaparken kullanılabilecek adımların şematik gösterimi*



Şekil 1.3.13: Bazı gazların birer mollerinin normal koşullardaki (0°C, 1 atm) hacmi, kütlesi, atom ya da molekül sayısı. Aynı hacimde olduğu hâlde He ve N_2 havada uçarken O_2 neden uçamıyor?

Mol ve Gaz Maddeler

Gazların miktarlarını belirlemek zor olsa da hacimlerinin ölçülmesiyle miktarları hakkında veri elde edilebilir. Avogadro, yaptığı deneylerle aynı basınç ve sıcaklık koşullarında gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda tanecik bulunması gerektiğini ifade etti. Bu ifadeyi mol kavramı yönünden ele aldığımızda aynı sıcaklık ve basınç koşullarında 1 mol bir gazın kapladığı hacim, başka 1 mol bir gazın kapladığı hacime eşit olmalıdır. Bu koşullar 0°C (273 K) sıcaklık ve 1 atm basınç olarak alındığında gazların 1 molü ile yapılan deneylerde hacimlerinin yaklaşık 22,4 L hacim olduğu bulunmuştur. Bu 22,4 L'lik hacim gazların **molar hacmi** olarak ifade edilir (Şekil 1.3.13). Gazların 1 molünün 22,4 L hacim kapladığı 0°C sıcaklık ve 1 atm basınç koşulları da **normal koşullar (NK)** olarak adlandırılmıştır. Öyleyse normal koşullarda 1 mol gazın kapladığı hacim 22,4 L'dir. Bu hacim-mol ilişkisinden faydalanarak normal koşullarda bir gazın hacmini biliyorsak mol ve tanecik sayısını, mol ve tanecik sayısını biliyorsak hacmini hesaplayabiliriz.

Örnek

Araç hava yastığında çarpışma anında azot gazı oluşur ve bu gaz yastığı şişirir. Oluşan azot gazının normal koşullardaki hacmi 67,2 L ise,

a) Bu hacimdeki azot gazı kaç moldür?

b) Kaç gramdır?

c) Kaç tane azot molekülü içerir?

(N: 14 g mol^{-1})

Çözüm

Oluşan azot gazı normal koşullarda olduğu için 1 molü 22,4 L hacmi dolduracaktır. Buradan,

a) $\frac{22,4\,L}{1\ mol} = \frac{67,2\,L}{x\,mol}$ orantısını yazabiliriz. $x = \frac{67,2\,L \cdot 1mol}{22,4\,L} \Longrightarrow x = 3\ mol$ ya da

$n = \frac{V_n}{22,4\,L}$ formülü kullanılabilir. Formülde V_n, NK'da verilen ya da istenen hacimdir.

$n = \frac{67,2\,L}{22,4\,L} = 3$ mol bulunur.

b) a şıkkında 67,2 L azot gazının 3 mol olduğunu bulmuştuk. 1 mol azot gazı (N_2), 2 · 14 g = 28 g olduğuna göre $n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}$ formülü kullanılarak azot gazının kütlesi; $3\ mol = \frac{m_{N_2}}{28} \Longrightarrow m_{N_2} = 84\,g$ bulunur.

c) 1 mol azot gazında 6,02 · 10^{23} molekül olduğuna göre $n = \frac{N}{N_A}$ bağıntısından 3 mol azotun

$3 = \frac{N}{6,02.10^{23}} \Longrightarrow N = 3 \cdot 6,02.10^{23} = 1,806.10^{24}$ tane molekül içerdiği bulunur.

11. Alıştırma

Normal koşullarda 0,25 mol oksijen gazının hacmi kaç litredir?

Kimyasal Tepkimelerde Hacim Hesaplamaları

Zaman zaman "Yüksek miktarda amonyum nitrat ele geçirildi." gibi haberlere rastlamaktayız. 3. Ünite'de de göreceğiniz gibi amonyum nitrat gübre olarak kullanılan bir maddedir. Ancak ısı ile hızlı bir şekilde ayrışarak gazlar oluşturur. Isı ve ani hacim artışı (gaz çıkışı) patlama olarak algılanır (Resim 1.3.8). Bu nedenle kimyasal tepkimelerden hangi hacimde madde elde edileceği önemlidir. Bu başlık altında "Bir kimyasal tepkimede başlangıçtaki maddelerden normal koşullarda (1 atm basınç ve 273 K sıcaklığında) kaç litre gaz elde edilebilir?" ya da "Normal koşullardaki hacmi verilen bir gazın tepkimesinden kaç gram, kaç mol madde elde edilebilir?" gibi gaz içeren tepkimelerle ilgili soruların yanıtlarını bulmaya çalışacağız.



Resim 1.3.8: *16 Nisan 1947'de Amerika'da yaşanan amonyum nitrat patlaması*

Örnek

Amonyum nitrat tuzu yüksek ısı ile ayrıştığında azot gazı, oksijen gazı ve su buharı oluşur (Amonyum nitratın farklı sıcaklıklarda farklı ürünler oluşturan ayrışma tepkimeleri de vardır.).

a) 3 mol amonyum nitratın ayrışmasıyla oluşan oksijen gazının normal koşullardaki (NK) hacmi ne kadar olur?

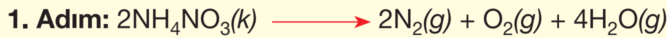
b) 16 g amonyum nitratın ayrışmasıyla NK'da kaç litre azot gazı oluşur?

c) NK'da 22,4 litre su buharı oluşması için kaç gram amonyum nitrat gerekir?
(O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

Bu tür problemleri çözerken aşağıdaki adımları takip ediniz.

1. Tepkime denklemini (doğru ve denk) yazınız.
2. Kütle ve hacim olarak miktarı verilen maddenin molünü (mol sayısını) mol kütlesini kullanarak hesaplayınız.
3. Tepkime denklemindeki katsayılardan yararlanarak istenen maddenin molünü bulunuz.
4. Bulduğunuz molü istenene (NK'da hacim, kütle vb.) çeviriniz.

Çözüm: a)



1. Adım: $2NH_4NO_3(k) \longrightarrow 2N_2(g) + O_2(g) + 4H_2O(g)$

2. Adım: Mol (3 mol) olarak verildiği için işlem yapmaya gerek yoktur.

3. Adım: Tepkime denklemine göre 2 mol NH_4NO_3'tan 1 mol O_2 elde edilmektedir. Buna göre

$$n_{NH_4NO_3} = 2 \cdot n_{O_2}$$
$$3 = 2 \cdot n_{O_2}$$
$$n_{O_2} = 1,5 \text{ mol bulunur.}$$

4. Adım: Bulduğumuz mol sayısı NK'daki hacme çevrilmelidir. Buna göre, $n_{O_2} = \frac{V}{22,4\,L}$

$$1,5 \text{ mol} = \frac{V}{22,4\,L} \Longrightarrow V = 33,6\,L\,O_2 \text{ bulunur.}$$

Çözüm: b)

1. Adım: Tepkime denklemi "Çözüm a)" da yazıldı.

2. Adım: 16 g amonyum nitratın molü bulunmalıdır. Bunun için öncelikle amonyum nitratın mol kütlesini hesaplayalım.

$$M_{NH_4NO_3} = 1 \cdot 14\,g\,mol^{-1} + 4 \cdot 1\,g\,mol^{-1} + 1 \cdot 14\,g\,mol^{-1} + 3 \cdot 16\,g\,mol^{-1}$$
$$= 14 + 4 + 14 + 48$$
$$= 80\,g\,mol^{-1}$$
$$n_{NH_4NO_3} = \frac{16\,g}{80\,g\ mol^{-1}} = 0,2\ mol$$

3. Adım: Tepkime denklemine göre 2 mol NH_4NO_3'tan 2 mol N_2 gazı oluşmaktadır.

Öyleyse 0,2 mol NH_4NO_3'tan 0,2 mol N_2 gazı oluşur.

4. Adım: 1 mol gazın NK'daki hacmi 22,4 L olduğuna göre,

$$n_{N_2} = \frac{V}{22,4\ L} \Longrightarrow 0,2 = \frac{V}{22,4}$$
$$V_n = 0,2 \cdot 22,4$$
$$V_n = 4,48\,L\ N_2$$

Çözüm: c)

1. Adım: "Çözüm a)" da tepkime denklemi yazıldı.

2. Adım: Bir mol gazın NK'daki hacmi 22,4 L ve verilen su buharının hacmi de 22,4 L olduğu için su buharı 1 moldür.

3. Adım: Tepkime denklemine göre 4 mol su buharı oluşması için 2 mol amonyum nitrat gerekmektedir. Buna göre,

$$n_{NH_4NO_3} = \frac{1}{2} n_{H_2O} \text{ yazılabilir.}$$
$$n_{NH_4NO_3} = \frac{1}{2} \cdot 1 \Longrightarrow N_{NH_4NO_3} = 0,5\ mol \text{ bulunur.}$$

4. Adım: NH_4NO_3'ın mol kütlesini kullanarak (Çözüm b'de hesaplandı.) 3. adımda bulunan 0,5 molü kütleye dönüştürelim.

$$n_{NH_4NO_3} = \frac{m_{NH_4NO_3}}{M_{NH_4NO_3}} \Longrightarrow m_{NH_4NO_3} = 0,5 \cdot 80 = 40\,g \text{ bulunur.}$$

Verilenin kütlesi ya da hacmi

↓ *Molar kütle ya da molar hacim kullanarak mole çeviriniz.*

Verilenin molü

↓ *Tepkime denklemindeki mol oranından istenenin molünü bulunuz.*

İstenenin molü

↓ *Molar kütle ya da molar hacim kullanarak istenenin kütle ya da molar hacmine çeviriniz.*

İstenenin kütlesi ya da molar hacmi

Şekil 1.3.14: *Tepkimelerde hacim hesaplamaları yapılırken kullanılabilecek adımların şematik gösterimi*

Kimyasal tepkimelerde hacim hesaplamaları yaparken kullanılacak adımlar Şekil 1.3.14'te verilmiştir. Molar hacimden şu sonuç da çıkarılabilir: Aynı koşullarda 1 mol gazın kapladığı hacim, başka bir gazın 1 molünün aynı koşullarda kapladığı hacme eşittir. Bundan dolayı, gaz içeren kimyasal tepkime denklemlerinde gazların formülleri ya da sembolleri önündeki kat sayılar mol yerine hacim olarak da alınabilir.

Örneğin;



	$3H_2(g)$ +	$N_2(g)$ →	$2NH_3(g)$ tepkimesinde
Mol oranları	3 mol	1 mol	2 mol
Hacim oranları	3 hacim	1 hacim	2 hacim
	3 L	1 L	2 L
	3 m^3	1 m^3	2 m^3 olarak alınabilir.

Örnek

$3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre 0,75 L H_2 gazı ile kaç L N_2 gazı tepkimeye girer? Kaç L NH_3 gazı oluşur?

Çözüm:

Tepkime denklemine göre gazların hacimleri 3, 1, 2'dir. Buradan

$$\frac{3\,L\ H_2}{1\,L\ N_2} = \frac{0,75\,L\ H_2}{x\,L\ N_2} \Longrightarrow x = \frac{0,75 \cdot 1}{3}$$

$$\Longrightarrow x = 0,25\,L\ N_2 \text{ gazı tepkimeye girer.}$$

$$\frac{3\,L\ H_2}{2\,L\ NH_3} = \frac{0,75\,L\ H_2}{x\,L\ NH_3} \Longrightarrow x = \frac{0,75 \cdot 2}{3}$$

$$\Longrightarrow x = 0,50\,L\ NH_3 \text{ gazı oluşur.}$$

12. Alıştırma

LPG'nin büyük kısmı olan bütan gazı (C_4H_{10}) yandığında çevreye karbon dioksit ve su buharı salınır. Bir otomobil NK'daki hacmi 44,8 L olan bütan gazını yakarak gazın tamamını harcadığında çevreye kaç gram karbon dioksit gazı salar? (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

Sınırlayıcı Bileşen ve Yüzde Verim Hesaplamaları

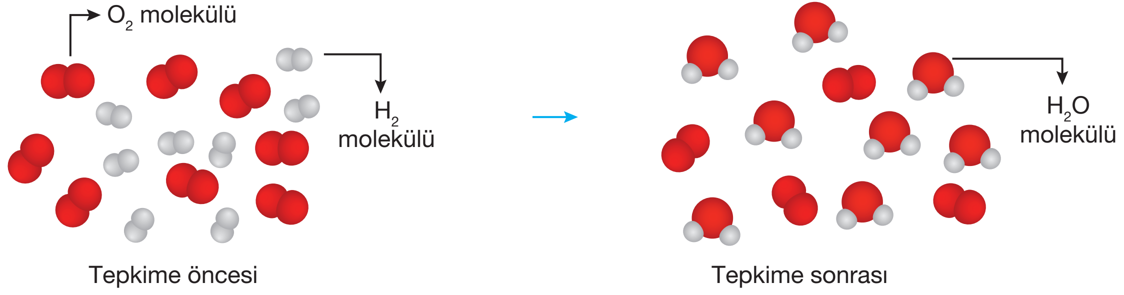
Bir tepkime neden durur? Örneğin bir mum açıkta yakılırsa bitene kadar yanar. Ancak kavanoz içine konulan mum bir süre sonra söner. Otomobile konulan benzin, motorda yakılarak aracın yol almasını sağlar. Ancak bir süre sonra benzin biter. Mumun ve benzinin yanması bu maddelerin oksijenle birleşmesidir. Mum, açıkta yakıldığı sürece havada oksijen var olduğu için bitene kadar yanar. Ancak kavanozda oksijen miktarı az olduğu için bu kez oksijen bitene kadar yanar ve bir süre sonra söner (Resim 1.3.9). Benzininiz bittiğinde ortamda oksijen olduğu hâlde bir yere gidemezsiniz. Bu olayda yol almanızı belirleyen (sınırlayan) benzindir. Mumun kavanozda yanmasında tepkimenin sürmesini sınırlayan, oksijendir. Mumun açık havada yanmasında tepkimeyi (mumun yanmasını) sınırlayan, mumdur. Ortamda oksijen olduğu hâlde mum bittiği için tepkime devam edemez. Örneklerde olduğu gibi tepkimeye giren maddelerden biri tükendiğinde tepkime durmakta ve oluşan ürünü bu biten maddenin miktarı belirlemektedir.

Araştırınız

Aynı motor gücünde LPG, benzin ve motorin yakıtı kullanan araçların karbon dioksit salınım (emisyon) değerlerini karşılaştırınız. Hangi yakıt çevreye daha az zarar vermektedir? Fazla miktarda karbon dioksit salınımı daha fazla yakıtın yandığı anlamına gelir mi? Neden? Tartışınız.



Resim 1.3.9: *Mum açıkta bitene kadar yanar. Kavanozda ise söner. Bu olaylarda hangi maddeler yanmanın (tepkimenin) devam etmesini engeller?*



***Şekil 1.3.15:** H_2 ve O_2 nin tepkimeye girerek H_2O oluşturması tepkimesine ait sınırlayıcı bileşenin modellenmesi*

Şekil 1.3.15, H_2 ve O_2'nin tepkimeye girerek H_2O oluşturduğunu göstermektedir. Başlangıçta eşit sayıda (sekizer tane) H_2 ve O_2 molekülü olduğu hâlde tepkime sonucunda belirli sayıda (8 tane) su molekülü oluşmuş ve 4 O_2 molekülü artmıştır. Bu tepkimede H_2 sınırlayıcı bileşendir. **Sınırlayıcı bileşen,** tepkimede tamamen tükenen ve ürün miktarını belirleyen (ürüne dönüşen) bileşendir. Sınırlayıcı bileşen bitince ürün oluşumu sona erer. Tepkime durur. Yukarıdaki tepkimede O_2 ise artan bileşendir. Sınırlayıcı bileşen bazen yaşamsal öneme sahiptir. Örneğin solunum için yeterli oksijenin (sınırlayıcı bileşen) bulunmadığı ortamda yaşamımızı sürdüremeyiz. Suda yeterince karbon dioksit bulunmadığında su bitkileri fotosentezle besin yapamaz. Bir tepkimede sınırlayıcı bileşenin hangi madde olduğunu bilmek önemlidir. Çünkü yukarıda da ifade edildiği gibi ürün miktarı bu bileşene bağlıdır. Öyleyse sınırlayıcı bileşen nasıl belirlenir? Tepkimeye katılan maddelerden birisi sınırlayıcı bileşen olduğunda ürün miktarı nasıl hesaplanır?

Örnek

4 mol karbon ile 3 mol oksijen alınarak tepkime başlatıldığında tepkime sonucunda en fazla kaç mol karbon dioksit oluşur? Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir? Hangi maddeden kaç mol artar?

Çözüm

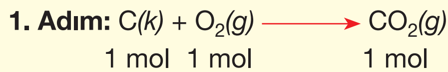
1. Adım: Öncelikle tepkime denklemi yazılarak tepkimeye giren iki maddeden de ne kadar ürün elde edileceği hesaplanır.

2. Adım: Hangi maddenin sınırlayıcı bileşen olduğu bulunur.
(Az ürün oluşturanın sınırlayıcı bileşen olduğunu unutmayınız.)

3. Adım: Oluşan ürün miktarını belirlediğimiz için sınırlayıcı bileşene göre belirlenen ürün miktarı sorunun yanıtıdır.

4. Adım: Hangi maddeden arttığını hesaplamak için sınırlayıcı bileşen ile tepkimeye giren maddenin tepkime katsayılarına göre girmesi gereken miktarı hesaplanır. Başlangıçtaki miktarından çıkarılır.

Şimdi bu adımları uygulayalım.



1. Adım: $C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$
1 mol 1 mol 1 mol

Buna göre 4 mol C'dan 4 mol CO_2 oluşur.
3 mol O_2'den ise 3 mol CO_2 oluşur.

2. Adım: Ürünlerden az olanını (3 mol CO_2) oluşturan, O_2 olduğu için sınırlayıcı bileşen O_2'dir. C artan bileşendir. Sınırlayıcı bileşen olarak C alınırsa olması gereken O_2 miktarı 4 moldür. Ancak başlangıçta 4 mol O_2 ortamda yoktur. 3 mol vardır. Bu 3 mol, C için yeterlidir.

3. Adım: Ürünleri bulduğumuz için sınırlayıcı bileşene göre 3 mol CO_2 oluşur. Başka bir deyişle en fazla oluşacak CO_2 miktarı 3 moldür.

4. Adım: Tepkime denklemine göre 3 mol sınırlayıcı bileşen (O_2) ile 3 mol C tepkimeye girecektir. Bu durumda başlangıçta 4 mol C olduğu için 4 mol – 3 mol = 1 mol C artacaktır.

Bu problemin çözümü için aşağıdaki gibi bir tablo düzenlenebilir. (–) işareti maddenin tükeneceğini, (+) işareti ise ürün oluşacağını gösterir.

	$C(k)$ +	$O_2(g)$ →	$CO_2(g)$
Problemde (başlangıç) verilen	4 mol	3 mol	–
Tepkimeye göre tükenmesi ve oluşması gereken	–3 mol	–3 mol	+3 mol
Tepkime sonucu kalan ve oluşan	1 mol	–	3 mol

Örnek

Endüstride hidrojen gazı elde etme yöntemlerinden biri de kızıl renk alıncaya kadar ısıtılan demir üzerinden su buharı geçirmektir. Bu yöntemde hidrojen gazı yanında demir(II, III) oksit de (Fe_3O_4) oluşur. Buna göre 8,4 g kızgın demir ile 9,0 g su buharından kaç gram demir(II, III) oksit oluşur? Hangi maddeden kaç gram artar? Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir? (Fe: 56 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

Çözüm

1. Adım:

Verilenler: 8,4 g Fe ve 9,0 g H_2O

İstenen: Fe_3O_4'in ve artan maddenin miktarı

Tepkimenin denklemi: $3Fe(k) + 4H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4(k) + 4H_2(g)$ şeklindedir.

Öncelikle verilen maddelerin mollerini bulalım.

$$n_{Fe} = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} \Longrightarrow n_{Fe} = \frac{8,4\ g}{56\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n_{Fe} = 0,15\ mol$$

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} \Longrightarrow n_{H_2O} = \frac{9,0\ g}{18\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow n_{H_2O} = 0,5\ mol$$

2. Adım: Buradan sonra iki yol izlenebilir. Ya öncelikle mol sayılarından gidilerek sınırlayıcı bileşen belirlenebilir ya da verilen mol sayılarından ürün miktarları bulunup az olan ürüne göre sınırlayıcı bileşen belirlenebilir. Çünkü bu bileşene göre en fazla ürün oluşacaktır.

Tepkime denklemine göre, $n_{H_2O} = \frac{4}{3} \cdot n_{Fe} \Longrightarrow n_{H_2O} = \frac{4}{3} \cdot 0,15 \Longrightarrow n_{H_2O} = 0,2\ mol\ H_2O$ gerekir.

Başlangıçtaki 9,0 g H_2O, 0,5 mol olduğu için gereken 0,2 molden fazlasıyla vardır. Bu demektir ki Fe sınırlayıcı bileşendir. Eğer su buharı için hesaplanan miktar (0,2 mol) başlangıçtaki miktarından (0,5 mol) fazla çıksaydı Fe, sınırlayıcı bileşen olamazdı. Sınırlayıcı bileşen ve molü bilindiğine göre artık en fazla kaç gram Fe_3O_4 oluşacağı hesaplanabilir.

3. Adım: Fe sınırlayıcı bileşen olduğuna göre tepkime denkleminden

$n_{Fe_3O_4} = \frac{1}{3} \cdot n_{Fe}$ dir. Buradan $n_{Fe_3O_4} = \frac{1}{3} \cdot 0,15 \Longrightarrow n_{Fe_3O_4} = 0,05\ mol$ bulunur.

Fe_3O_4'in kütlesini bulmak için mol kütlesi hesaplanmalıdır.

$$M_{Fe_3O_4} = 3 \cdot 56\ g\ mol^{-1} + 4 \cdot 16\ g\ mol^{-1}$$
$$= 232\ g\ mol^{-1}$$

Buradan, $n_{Fe_3O_4} = \frac{m_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_3O_4}} \Longrightarrow 0,05\ mol = \frac{m_{Fe_3O_4}}{232\ g\ mol^{-1}} \Longrightarrow m_{Fe_3O_4} = 232\ g\ mol^{-1} \cdot 0,05\ mol$

$= 11,6\ g\ Fe_3O_4$ oluşur.

4. Adım: İkinci adımda sınırlayıcı bileşen için gerekli su buharı miktarı 0,2 mol olarak bulunmuştu. Buna göre, artan su buharı miktarı 0,5 mol – 0,2 mol = 0,3 mol bulunur. Bu su buharının kütlesi,

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} \Longrightarrow 0,3 = \frac{m_{H_2O}}{18} \Longrightarrow 5,4\,g \text{ olur.}$$

(Su buharının harcanan 0,2 mol miktarı kütleye çevrilip başlangıçtaki su kütlesinden çıkarılarak da bu basamak çözülebilir.)

2. adımda başlangıçta verilen Fe ve H_2O'dan ayrı ayrı ne kadar ürün elde edileceğini bularak da sınırlayıcı bileşeni belirleyip problemi çözebiliriz.

Fe'in başlangıç molü: 0,15 mol

H_2O'yun başlangıç molü: 0,5 mol

Buradan elde edilecek Fe_3O_4 miktarları, Fe'e göre 0,05 mol (Yukarıda hesaplanmıştı.) ve

H_2O'ya göre $n_{Fe_3O_4} = \frac{1}{4} \cdot n_{H_2O} \Longrightarrow n_{Fe_3O_4} = \frac{1}{4} \cdot 0,5 \Longrightarrow n_{Fe_3O_4} = 0,125$ mol'dür.

Buna göre az olan (0,05 mol) ürün miktarına göre Fe, sınırlayıcı bileşendir. Daha sonra sınırlayıcı bileşen (Fe, 0,15 mol) üzerinden üçüncü adımdaki işlemler yapılarak Fe_3O_4'in kütlesi bulunur. Artan su buharı kütlesi ise ikinci ve dördüncü adımdaki işlemler yapılarak hesaplanır.

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi problemlerde sınırlayıcı bileşeni belirlemek için iki yöntem söz konusudur:

Birinci yöntem (mol karşılaştırma yöntemi) verilen maddelerin tepkime denklemine göre mollerini karşılaştırmaktır. Burada mol miktarı yönünden hangi maddenin yeterli olup olmadığına bakılır. İkinci yöntemde (en az ürün yöntemi) ise verilen maddelerden hangisinden az miktarda ürün elde edileceği hesaplanır. Az ürün elde edilen bileşen sınırlayıcı bileşendir.

Sınırlayıcı bileşen bulunduktan sonra istenen hesaplanır. Bu yöntemlerden ikisi de kullanılabilir. Ancak ürün miktarı isteniyorsa "en az ürün yöntemini" seçmek, problemi daha hızlı sonuçlandırmanızı sağlar. Ürün hesaplamak için tekrar işlem yapmanıza gerek kalmaz.

13. Alıştırma

Silisyum karbür (SiC) çok sert ve dirençli bir maddedir. Bu nedenle; kesici alet, taşlama, kumlama, zımpara malzemesi, endüstriyel fırınlar ve roket motorlarında aşınmaya dirençli malzeme üretiminde kullanılır. Diyotlar da ise yarı iletkendir. Silisyum dioksitin, (kumdan) karbonla (öğütülmüş kok kömüründen) yüksek sıcaklıkta ısıtılması sonucu elde edilir. Bu sırada karbon dioksit gazı da oluşur. 60 g karbon ile 60 g silisyum dioksitten en fazla ne kadar silisyum karbür elde edilir? Hangi maddeden, ne kadar artar?

(Si: 28 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1})



SiC ve kristal şekli

Araştırınız

Kimyasal üretim tesislerinin verimli şekilde tasarlanması ve işletilmesi için bu tesiste gerçekleştirilen kimyasal tepkimelerdeki mol ilişkisinin anlaşılması oldukça önemlidir. İstenen miktarda ürün elde etmek için gereken ham madde miktarı, ilgili sınırlayıcı bileşen dikkate alınarak ve tepkimedeki mol ilişkisi kullanılarak hesaplanır. Ülkemizde kükürtten sülfürik asit üreten tesisi araştırınız. Üretim tesisinin günlük ne kadar kükürt kullandığını, bu kükürtün hangi kimyasal tepkimelerle sülfürik aside dönüştürüldüğünü; sınırlayıcı bileşen olarak hangi maddenin, neden alındığını; tepkimelerde ne kadar sülfürik asit elde edildiğini araştırınız. Tepkimelerde mol ilişkisini bilmenin neden önemli olduğunu araştırma sonucuna dayanarak yorumlayınız. Araştırma sonucunuzu sınıfınızda sununuz. Sonuçlarını tartışınız.

Yüzde (%) Verim Hesaplamaları

Kimyasal tepkime denklemlerinden hesapladığımız ürün miktarı tepkime denklemine göre elde edilecek ürünün en fazla miktarıdır. Bu miktar başlangıçtaki maddelerin %100 ürün ya da ürünlere dönüştüğünü gösterir. Ancak tepkimelere dayalı üretimde genellikle başlangıçtaki maddelerden %100 verimle ürün elde edilemez. Tepkime denklemine göre hesaplanan ürün miktarından daha düşük miktarda ürün elde edilir. Bunun birçok nedeni olabilir. Başlangıçtaki maddeler %100 saf olmayabilir. Oluşan ürünler tepkimenin oluştuğu kaba yapışabilir. Çökelek olan ürünlerde süzme sonucu kayıp olabilir. Gaz olan ürünler kaptan sızabilir. Uçucu sıvıların bir kısmı buharlaşabilir. Ana ürün dışında yan tepkimelerle ya da bazı tepkimelerin geri dönüşümlü olması nedeniyle ürün kayıpları olabilir. Ayrıca üretim tesisinde tepkimeye girecek maddelerin tepkime bölgesine iletilmesinde ve oluşan ürünün tepkime bölgesinden uzaklaştırılması sürecinde ya da koşullardan dolayı ürün kaybı olabilir. Görüldüğü gibi teorik olarak tepkime denkleminden hesaplanan ürün miktarı ile üretim aşamasında oluşan ürün miktarı arasında fark vardır.

Başlangıçta alınan maddelerden kimyasal tepkime denklemine göre hesaplanan ürün miktarı **teorik verim** olarak adlandırılır. Üretimde ya da deneyde elde edilen ürün miktarına ise **gerçek verim** denir. Gerçek verimin teorik verime oranı ise **% verim** olarak adlandırılır. % verim, başka bir deyişle ürün oluşma yüzdesini gösterir. Örneğin “Kalsiyum karbonatın bozunması ile %80 verimle kalsiyum oksit oluşmuştur.” ifadesinden ürünün hesaplanan değerden %20 daha az oluştuğunu, her 100 birim için ancak 80 birim ürün oluştuğunu gösterir.

Uyarı

Verim her zaman bir ürüne karşılık gelir. Hesaplamalarda gerçek ve teorik verimlerin birimlerinin aynı olmasına dikkat ediniz.

% verimi nasıl hesaplayacağız? Bunun için

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{teorik verim}} \cdot 100$$

eşitliğini kullanabiliriz.

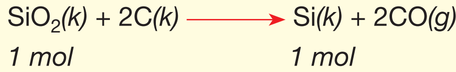
Örnek

Yarı iletken olarak elektronik endüstrisinde kullanılan silisyum, silisyum dioksit ile karbonun tepkimesinden elde edilir. Bu sırada karbon monoksit gazı da açığa çıkar. 36 g silisyum dioksitten 15,12 g silisyum elde edildiğine göre tepkimenin % verimi nedir? (Si: 28 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

Çözüm

Bu tür sorular çözülürken öncelikle tepkime denklemi verilmemişse denk ve doğru tepkime denklemi yazılmalıdır. Daha sonra tepkime denklemindeki mol oranlarından teorik verim hesaplanmalı, son olarak da verilenlerden % verim hesaplanmalıdır.

1. Adım: Tepkimenin denklemini yazalım.



$SiO_2(k) + 2C(k) \longrightarrow Si(k) + 2CO(g)$

1 mol *1 mol*

2. Adım: Verilen SiO_2'in kütlesinden molünü bulalım.

Bunun için öncelikle SiO_2'in molekül kütlesini hesaplayalım.

$$M_{SiO_2} = 28\,g\ mol^{-1} + 2 \cdot 16\,g\ mol^{-1}$$
$$= 28\,g\ mol^{-1} + 32\,g\ mol^{-1}$$
$$= 60\,g\ mol^{-1}$$

$$n_{SiO_2} = \frac{36\,g}{60\,g\ mol^{-1}} \Longrightarrow 0,6\ mol\ SiO_2$$

$n_{SiO_2} = n_{Si}$ olduğu için $n_{Si} = 0,6$ mol'dür. Si'un kütlesi ise $m_{Si} = 0,6 \cdot 28$
$= 16,80$ g'dır.

3. Adım: Yukarıda bulunan değer teorik verimdir. Bu değer formülde yerine konularak

$$\%\ verim = \frac{gerçek\ verim}{teorik\ verim} \cdot 100$$

$$\%\ verim = \frac{15,12\,g}{16,80\,g} \cdot 100 = 90\ \text{bulunur.}$$

Örnek

Tekstil boya endüstrisinde, kâğıt hamuru ve cam üretiminde kullanılan sodyum sülfat tuzu; kükürt, oksijen ve sodyum hidroksit maddelerinin tepkimesinden elde edilir. Bu arada su da oluşur. Tepkimenin verimi %80 ise 40 g sodyum hidroksitten kaç gram sodyum sülfat oluşur? (S: 32 g mol^{-1}, Na: 23 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})



Çözüm

1. Adım: Tepkimenin denklemini yazalım.



$2S(k) + 3O_2(g) + 4NaOH(suda) \longrightarrow 2Na_2SO_4(suda) + 2H_2O(s)$

2. Adım: Verilen NaOH'in molünü bulalım. Bunun için önce mol kütlesini hesaplayalım.

$$M_{NaOH} = 23\ g\ mol^{-1} + 16\ g\ mol^{-1} + 1\ g\ mol^{-1}$$
$$= 40\ g\ mol^{-1}$$

$$n_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{M_{NaOH}} \Longrightarrow \frac{40\,g}{40\,g\ mol^{-1}} = 1\ mol$$

3. Adım: Tepkime denklemine göre 4 mol NaOH'ten 2 mol Na_2SO_4 oluşmaktadır. Buna göre

$$n_{Na_2SO_4} = \frac{1}{2} \cdot n_{NaOH} \Longrightarrow n_{Na_2SO_4} = \frac{1}{2} \cdot 1 \Longrightarrow n_{Na_2SO_4} = 0,5\ mol\ \text{bulunur.}$$

4. Adım: 0,5 mol Na_2SO_4'ın kütlesini bulalım. Bunun için öncelikle Na_2SO_4'ın mol kütlesini hesaplayalım.

$$M_{Na_2SO_4} = 2 \cdot 23\,g\ mol^{-1} + 32\,g\ mol^{-1} + 4 \cdot 16\,g\ mol^{-1}$$
$$= 142\,g\ mol^{-1}$$
$$m_{Na_2SO_4} = 0,5\ mol \cdot 142\,g\ mol^{-1}$$
$$= 71\ g \text{ bulunur.}$$

5. Adım: Bulduğumuz 71 g değeri, %100 verim başka bir deyişle teorik verimdir. Ancak tepkime %100 verimle ürünlere dönüşmemektedir. Tepkime verimi (gerçek verim) başlangıçta %80 olarak verilmişti. Öyleyse bulduğumuz değerin %80'i kadar ürün (Na_2SO_4) oluşacaktır. Buradan,

$$m_{Na_2SO_4} = \frac{80}{100} \cdot 71g \text{ (ya da \% verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{teorik verim}} \cdot 100 \text{ formülünü kullanabilirsiniz.)}$$

$= 56,8\,g\ Na_2SO_4$ elde edilir. Görüldüğü gibi 71 g ürün elde edilmesi gerekirken 56,8 g elde edilmiştir.

14. Alıştırma

Potasyum klorürün nitrik asit ile tepkimesinden potasyum nitrat gübresi elde edilebilir. Bu tepkimede gübre dışında klor gazı ile gaz hâlde nitrozil klorür (NOCl) ve su oluşur. Tepkimenin denklemi $3KCl(k) + 4HNO_3(suda) \rightarrow 3KNO_3(k) + Cl_2(g) + NOCl(g) + 2H_2O(s)$ şeklindedir. Buna göre 95,95 g potasyum nitrat elde edildiğinde verim %95 ise başlangıçta kaç gram potasyum klorür tepkimeye girmiştir? (K: 39 g mol^{-1}, Cl: 35,5 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Aşağıdaki tepkimeleri denkleştiriniz. Bu tepkimeler hangi türdür? Sınıflandırınız.
   a) $P_4(k) + O_2(g) \rightarrow P_2O_5(k)$
   b) $KOH(suda) + H_2SO_4(suda) \rightarrow K_2SO_4(suda) + H_2O(s)$
   c) $Fe(OH)_3(k) \xrightarrow{ısı} Fe_2O_3(k) + H_2O(g)$
   ç) $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
   d) $AgBr(k) \xrightarrow{gün\ ışığı} Ag(k) + Br_2(g)$
   e) $AgNO_3(suda) + NaCl(suda) \rightarrow AgCl(k) + NaNO_3(suda)$

2. Aşağıda verilen tepkimelerin denklemleri nasıldır? Yazınız ve tepkimeleri sınıflandırınız. (Denklemlerin denk yazılması gerektiğini unutmayınız.)
   a) Hidrojen peroksit çözeltisinden zamanla su ve oksijen gazı oluşması
   b) Propan (C_3H_8) gazının oksijenle tepkimesi
   c) Baryum klorür çözeltisi ile sodyum sülfat çözeltisi karıştırılınca baryum sülfat katısının oluşması
   ç) Sülfürik asit ile kalsiyum hidroksitin tepkimesi
   d) Sönmemiş kirecin suyla tepkimesi

3. Nitrik asit üretmenin bir yönteminde öncelikle amonyak gazı, oksijen gazı ile tepkimeye sokulur. Oluşan ürün, azot monoksit gazı ve su buharıdır. (O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})
Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.
a) 0,25 mol oksijen gazından kaç mol azot monoksit gazı oluşur?
b) 0,3 mol su buharı oluşmuş ise ne kadar amonyak tepkimeye girmiştir?
c) 1 mol amonyaktan kaç tane azot monoksit molekülü oluşur?
ç) 1,5 mol amonyaktan kaç gram azot monoksit gazı oluşur?
d) 54 g su buharı oluşan tepkimede kaç gram oksijen gazı harcanmıştır?
e) 0,5 mol amonyaktan elde edilen su buharında kaç tane atom vardır?
f) 0,2 mol amonyakla tepkimeye giren oksijen gazının hacmi NK'da kaç litredir?
g) Aynı koşullarda toplam kaç hacim gazdan toplam kaç hacim gaz elde edilir?

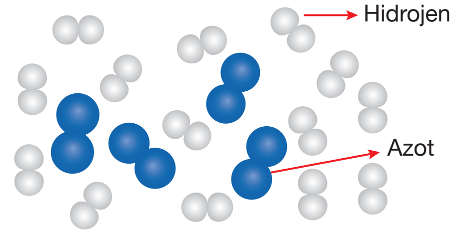
4. Demir cevherinden (Fe_2O_3) çelik üretilirken ortamda bulunan fosforla (P) demir(III) oksit (Fe_2O_3) tepkimeye girmektedir. Tepkimenin denklemi aşağıdaki gibidir. (Fe: 56 g mol^{-1}, P: 31 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})



$$10Fe_2O_3(k) + 12P(k) \longrightarrow 3P_4O_{10}(k) + 20Fe(k)$$

Buna göre,
a) 1000 g Fe_2O_3 ile 186 g P alınıyor. En fazla kaç gram P_4O_{10} elde edilebilir?
b) Tepkimede sınırlayıcı bileşen nedir?
c) Tepkimede 476 g Fe elde edildiğine göre tepkimenin verimi % kaçtır?

5. Amonyak (NH_3) elementlerinden elde edilebilir. Yandaki şekil hidrojen ve azot element moleküllerinin karışımını göstermektedir. Buna göre bu moleküllerden en fazla kaç tane amonyak molekülü oluşur. Artan molekül var mıdır? Varsa hangisidir? Bu durumda sınırlayıcı molekül hangisidir?



6. Bir maddenin ayrıştığı, örneğin $KClO_3$'ın, KCl ve O_2 gazına ayrıştığı, tepkimede sınırlayıcı bileşenden söz edilebilir mi? Neden? Açıklayınız.

7. Yanma tepkimelerinde genelde CO_2 ve H_2O oluşur. Ancak gerçekte yanma tepkimelerinde CO ve C isi gibi istenmeyen maddeler de oluşur. Bunun nedeni yetersiz oksijen ve bazen sıcaklıktır. Bu tür yanma tepkimeleri tamamlanmamış yanma tepkimesi olarak da adlandırılır. Örneğin bütan gazının yanması ile bu ürünler oluşabilir.



$$2C_4H_{10}(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4C(k) + 4CO(g) + 10H_2O(g)$$

Tepkime denklemlerine göre NK'daki hacmi 11,2 L olan C_4H_{10} gazının tamamlanmamış yanması sonucu oluşan C ve CO'in tamamen CO_2 e dönüşmesi için NK'da kaç litre O_2 gerekir?

8. Bazı antiasit tabletler suya atıldığında kabarcıklar gözlemlenir. Kabarcıkların nedeni, antiasit tabletteki sodyum bikarbonat ile sitrik asitin su ortamındaki tepkimesi sonucu oluşan karbon dioksit gazıdır. Buna göre antiasit tabletteki hangi maddenin sınırlayıcı bileşen olduğunu nasıl belirlersiniz?

B. Aşağıdaki ifadelerden doğru olarak düşündükleriniz için "D", yanlış olarak düşündükleriniz için "Y" harfini yay ayraç içine yazınız. Yanlış olarak düşündüğünüz ifadenin doğrusunu verilen boşluğa yazınız.

1. Kimyasal tepkimelerin denkleştirilmesi kütlenin korunumu kanununa dayanır. (.....)

   ....

2. Sınırlayıcı bileşen, bir tepkimedeki ürün miktarını belirler. (.....)

   ....

3. $4Al(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Al_2O_3(k)$ tepkimesine göre, 5 mol Al ile 3 mol O_2 tepkimeye girdiğinde sınırlayıcı bileşen Al'dur. (.....)

   ....

4. $2HCl(suda) + Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow CaCl_2(suda) + 2H_2O(s)$ tepkimesi, çözünme - çökelme tepkimesidir. (.....)

   ....

5. Bir tepkimede elde edilen ürün miktarının tepkime denklemine göre elde edilmesi gereken ürün miktarına oranı yüzde verim olarak ifade edilir. (.....)

   ....

C. Aşağıdaki ifadelerde verilen boşlukları kavramlardan uygun olanı ile doldurunuz.

gaz, en az, $Ba_3(PO_4)_2$, mol, katsayı, $BaSO_4$, %100, %0, sıvı, analiz, sentez, en fazla

1. Kimyasal tepkime denklemlerinde sembollerin önündeki .... mol oranlarını temsil eder.
2. Kimyasal tepkimelerde başlangıçta alınan maddeler .... oranında ürüne dönüşmez.
3. Bir tepkimeye giren maddelerin miktarı verilmiş ve sınırlayıcı bileşenin belirlenmesi isteniyorsa bu giren maddelerin miktarları kullanılarak hesaplanan ürünlerden .... ürün oluşturan madde sınırlayıcı bileşendir.
4. $3BaCl_2(suda) + 2Na_3PO_4(suda) \longrightarrow$ .... + $6NaCl(suda)$.
5. NK'da 1 mol ...., 22,4 L hacim kaplar.
6. İki ya da daha fazla maddenin birleşerek daha karmaşık yapıda madde oluşturduğu tepkimeler .... tepkimesi olarak adlandırılır.

1. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Aşağıdaki ikili kavramları açıklayınız. Bu kavramların farklılıkları nelerdir?

a) Mol kütlesi, molekül kütlesi

b) 1 mol atomun kütlesi, atom kütlesi

c) Katlı oran, sabit oran

ç) Bağıl atom kütlesi, gerçek atom kütlesi

d) Sınırlayıcı bileşen, artan bileşen

e) Gerçek verim, teorik verim

f) Analiz tepkimesi, sentez tepkimesi

g) Kimyasal tepkime, kimyasal tepkime denklemi

2. Lavoisier şekildeki gibi cam fanusun içine kalay koymuş ve bu kalayı mercek kullanarak güneş ışığı yardımıyla ısıtmıştır. Bir süre sonra kalayın farklı bir maddeye dönüştüğünü gözlemlemiştir. Buna göre,



a) Lavoisier bu deneyi ile neyi kanıtlamıştır?

b) Bu olayda kimyasal tepkime olduğunu düşünür müsünüz? Buna kanıtınız nedir? Kimyasal tepkime olduğunu düşünüyorsanız tepkime denklemini yazınız.

c) Deneyde fanusun kullanılma amacı nedir? Kullanılmasaydı sonuç nasıl değişirdi?

ç) Deneyi mercekten geçen güneş ışığı yerine başka bir enerji kaynağı ve araç gereç kullanarak nasıl tasarlarsınız? Sonucunuz bu durumda nasıl değişir?

3. Odunun yanması, yapısındaki maddelerin oksijenle tepkimeye girmesidir. Odunun yanmasında kütlenin korunumu kanununu ispat etmek için yanma öncesinde ve sonrasında hangi kütle değerlerini ölçmeniz gerekir?

4. Kükürt ve oksijenin oluşturduğu iki farklı bileşikten birincisinde 1,6 g kükürt ile 2,4 g oksijen, ikincisinde 3,2 g kükürtle 3,2 g oksijen birleşmiştir.

a) Bu iki bileşikte oksijen kütleleri arasındaki katlı oran nedir?

b) Bu iki bileşikteki kükürt kütleleri arasındaki katlı oran nedir?

c) Birinci bileşiğin formülü SO_3 ise ikinci bileşiğin formülü nedir?

5. Bir arkadaşınız sabit oranlar kanununu kanıtlamak için bir deney yapıyor. Deney verileri aşağıdaki gibidir. Buna göre, soruları yanıtlayınız.

Deney Numarası	Magnezyum Miktarı (g)	Oksijen Miktarı (g)	Oluşan Bileşikte Magnezyumun Oksijene Kütle Oranı
1	1,2	0,8	....
2	1,8	1,2	....
3	2,4	1,6	....

a) Deney verilerinden faydalanarak oluşan bileşikte magnezyumun oksijene kütle oranını her deney için hesaplayıp tabloyu doldurunuz. Bulduğunuz orana göre arkadaşınız, sabit oranlar kanununu kanıtlamış mıdır? Neden?

b) 4,8 g magnezyum alarak deneyi gerçekleştirirsek bu kadar magnezyum için kaç gram oksijen gerekir? Kaç gram bileşik oluşur?

c) Magnezyumun mol kütlesi 24 g, oksijen gazının ise 32 g olduğuna göre oluşan bileşiğin formülü nasıldır?

ç) Bileşikte elementlerin kütlece % bileşimi nedir?

d) Tepkimenin denklemini yazınız. Bu hangi tür tepkimedir?

6. Bazı elementlerin mol kütleleri tam sayı değildir. Neden? Açıklayınız.

7. Lityum elementinin ^{6}Li izotopunun kütlesi yaklaşık 6,015 u , ^{7}Li izotopunun ise 7,016 u'dur. Lityumun bağıl kütlesi ise 6,941 u'dur. Buna göre, lityumun bu iki izotopunun doğada bulunma yüzdeleri nedir?

8. Aşağıdaki element ve bileşiklerin mol kütlesi kaçtır? Hesaplayınız. (Cu: 63,5 g mol^{-1}, Fe: 56 g mol^{-1}, Ca: 40 g mol^{-1}, Cl: 35,5 g mol^{-1}, P: 31 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

a) P_4 b) HCl c) $CuCl_2$ ç) $Ca_3(PO_4)_2$ d) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

9. 2 mol glikoz ($C_6H_{12}O_6$) molekülü için aşağıdaki soruları yanıtlayınız. (Elementlerin mol kütleleri için 8. sorudaki değerleri kullanınız.)

a) Kaç gramdır?

b) Toplam kaç mol atom içerir?

c) Karbonun oksijene mol oranı nedir?

ç) Kaç mol oksijen atomu içerir?

d) Kaç tane karbon atomu içerir?

10. Bağıl atom kütlesini tanımlayınız.

11. Mol nedir? Tarihsel süreçte mol kavramı nasıl değişmiştir?

12. $9{,}03.10^{23}$ tane oksijen atomu içeren $CaCO_3$, kaç moldür ve kaç gramdır? (Elementlerin mol kütleleri için 8. sorudaki değerleri kullanınız.)

13. 1 g O atomu, 1 g O_2 molekülü ve 1 g O_3 molekülünün hangisinde O atom sayısı en fazladır? Neden? (O: 16 g mol^{-1})

14. H, C, O elementlerinin gerçek atom kütleleri kaç gramdır? (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

15. Aşağıda verilenlerin mol değerleri kaçtır? Hesaplayınız. (S: 32 g mol^{-1}, P: 31 g mol^{-1}, Mg: 24 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

a) 12,25 g H_2SO_4 b) 2 g O_2 c) 7,45 g $(NH_4)_3PO_4$ ç) 126 g $MgCO_3$

16. 3 mol CO_2 gazı, NK'da kaç litre hacim kaplar?

17. 7,1 g Cl_2 gazı, NK'da kaç litre hacim kaplar? (Cl: 35,5 g mol^{-1})

18. 2,3 g NO_2'de kaç tane molekül vardır? (Mol kütleleri için 15. sorudaki değerleri kullanınız.)

19. Gece kullanımı için üretilen işaret fişeklerinde magnezyum kullanılır. Magnezyum parlak bir ışık vererek yanar.

a) İşaret fişeğinin yanmasına ait tepkime denklemi nasıldır? Yazınız.

b) İşaret fişeklerinde magnezyumun tercih edilme nedeni ne olabilir?

c) Bu işaret fişeği, gündüz ve güneşli bir günde kullanılabilir mi? Neden?

ç) Gündüz algılanabilir işaret fişeği hangi özellikte olmalıdır?

d) Magnezyum su içinde de yanmaktadır. Su ve suyun içinde bulunan gazları dikkate alarak olası tepkimeleri yazınız. Magnezyumun su içinde nasıl yandığını (tepkime verdiğini) araştırınız.



20. Antiasit ilaçlar mide asidi (HCl) ile tepkimeye girerek asidin etkisini azaltır. Bunlardan biri de magnezyum hidroksittir. Magnezyum hidroksit ile mide asidi arasındaki tepkime denklemini yazınız. Bu ilaçlara neden antiasit denildiğini tepkimeye dayanarak açıklayınız.

21. Kurşun(II) nitrat çözeltisi ile potasyum iyodür çözeltisi karıştırılıyor. Kurşun(II) iyodür katı hâlde çöküyor. Buna göre tepkimenin denklemini maddelerin hâllerini de gösterecek şekilde yazınız. Bu tepkime hangi tür tepkimedir? Neden?

22. Aşağıdaki tepkimeleri sınıflandırınız.

a) $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$

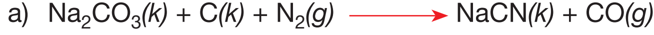
b) $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g) + \text{enerji}$

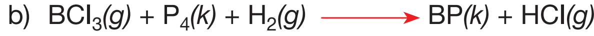
c) $2NaH(k) \longrightarrow 2Na(k) + H_2(g)$

ç) $3Ca(OH)_2(suda) + 2H_3PO_4(suda) \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2(k) + 6H_2O(s)$

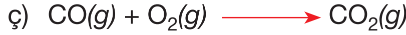
d) $NH_4Cl(suda) + AgNO_3(suda) \longrightarrow NH_4NO_3(suda) + AgCl(k)$

23. Aşağıdaki tepkime denklemlerini denkleştiriniz.


a) $Na_2CO_3(k) + C(k) + N_2(g) \longrightarrow NaCN(k) + CO(g)$


b) $BCl_3(g) + P_4(k) + H_2(g) \longrightarrow BP(k) + HCl(g)$


c) $Zn(k) + FeCl_2(suda) \longrightarrow ZnCl_2(suda) + Fe(k)$


ç) $CO(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

24. Aşağıda verilen tepkime denklemlerini tamamlayınız ve tepkimelerin türlerini belirtiniz.


a) $2Na(k) + Cl_2(g) \longrightarrow$ ....


b) .... $\longrightarrow 2H_2O(s) + O_2(g)$


c) $2C_2H_2(g) +$ .... $\longrightarrow 4CO_2(k) + 2H_2O(g)$


ç) $NaCl(suda) + AgNO_3(suda) \longrightarrow$ .... + ...

25. Fosfor yüksek sıcaklık üreten elektrikli fırınlarda aşağıdaki tepkimede yer alan başlangıç maddelerinden üretilir.


$2Ca_3(PO_4)_2(k) + 6SiO_2(k) + 10C(k) \longrightarrow 6CaSiO_3(k) + 10CO(g) + P_4(k)$

Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız. (Ca: 40 g mol^{-1}, P: 31 g mol^{-1}, Si: 28 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1})

a) 5 mol $Ca_3(PO_4)_2$'dan kaç mol P_4 oluşur?

b) 5 mol $Ca_3(PO_4)_2$'dan kaç gram $CaSiO_3$ oluşur?

c) 5 mol $Ca_3(PO_4)_2$'dan oluşan CO'in molekül sayısı kaçtır?

ç) 4 mol P_4 elde etmek için kaç atom C gerekir?

d) 4 mol P atomu elde etmek için kaç mol C atomu gerekir?

e) 3600 g SiO_2'in tepkimeye girmesiyle NK'da kaç litre CO gazı oluşur?

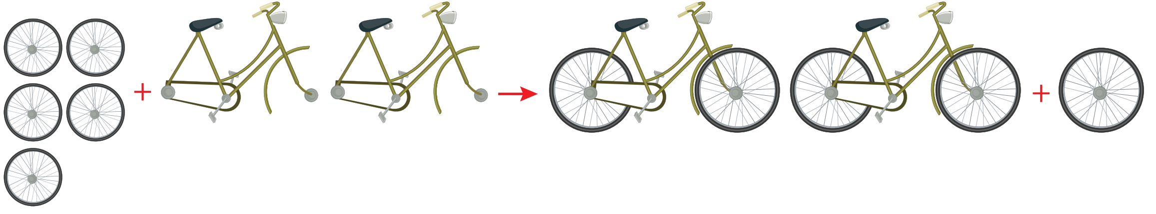
f) 930 g $Ca_3(PO_4)_2$'tan kaç gram P_4 elde edilir?

g) 12 g C'un tepkimeye girmesiyle kaç mol $CaSiO_3$ elde edilir?

h) NK'da 112 L CO gazı elde edilen tepkimede kaç gram $Ca_3(PO_4)_2$ tepkimeye girmiştir?

26. %83,53 saflıkta 340 g Na_2SO_4 tuzu elde etmek için $2NaCl(k) + H_2SO_4(suda) \longrightarrow Na_2SO_4(k) + 2HCl(g)$ tepkimesine göre kaç gram NaCl gerekir? $\left(M_{Na_2SO_4} = 142\,g\,mol^{-1},\ M_{NaCl} = 58,5\,g\,mol^{-1}\right)$

27. $4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$ denklemine göre başlangıçta 0,3 mol Fe 4,8 g O_2 alınarak tepkime başlatılıyor. Buna göre O_2 gazı yeterli olur mu? Ne kadar ürün oluşabilir? (Fe: 56 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

28. 

Bir öğrenci kimyasal tepkimede sınırlayıcı bileşeni arkadaşına yukarıdaki örneği vererek açıklıyor. Buna göre sınırlayıcı bileşen nedir? Artan madde hangisidir? Sınırlayıcı bileşen neye göre tespit edilir? Buna göre, 10 teker ve 6 bisiklet gövdesinden kaç tane bisiklet yapılabilir?

29. $2Al(k) + 3MnO(k) \longrightarrow Al_2O_3(k) + 3Mn(k)$ tepkimesine göre 2,7 g Al'dan 8 g Mn elde ediliyor. Buna göre, tepkimenin verimi nedir? (Mn: 55 g mol^{-1}, Al: 27 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

B. Aşağıdaki ifadelerde verilen boşlukları kavramlardan uygun olanı ile doldurunuz. (Kavramlar birden fazla kullanılabilir.)

alüminyum klorür, 22,4, oluşum, bir, iki, ürün, analiz, karbon dioksit, oksijen, ayrışma, sentez, 11,2, sabit, 4, bağıl atom kütlesi, 3, karmaşık, yanma, verim, bağıl molekül kütlesi, sınırlayıcı, katlı, iyot

1. Bir tepkimede girenlerin kütleleri toplamı .... kütleleri toplamına eşittir.
2. Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında .... bir oran vardır.
3. CO ve CO_2 bileşiklerinde aynı miktar karbon ile bileşen oksijen kütleleri arasındaki oran .... oran olarak belirtilir.
4. Al ve C'un tepkimesinden Al_4C_3 (alüminyum karbür) oluşmaktadır. Bu tepkime denkleştirildiğinde Al'un katsayısı .... olur.
5. Alüminyum klorat ısıtıldığında .... ve .... oluşur. Bu tepkime .... tepkimesidir. Çünkü .... maddeden .... farklı madde elde edilmiştir.
6. Fosfor .... ile tepkimeye girerek fosfor triyodür oluşturuyor. Bu tepkime .... tepkimesidir. Çünkü .... farklı madde birleşerek daha .... yapıda bir madde oluşturmuştur.
7. Metan (CH_4) oksijenle birleştiğinde ....; su buharı ve enerji elde edilir. Bu tepkime .... tepkimesi olarak adlandırılır.
8. Kalsiyum karbonatın formülü $CaCO_3$ şeklindedir. Kalsiyumun .... 40 u, karbonun .... 12 u, oksijenin .... 16 u'dur. 3 mol $CaCO_3$ ayrıştığında .... mol CaO ve .... mol CO_2 oluşur. Oluşan CO_2 gazının normal koşullardaki hacmi .... litredir.

9. Bir tepkimede ne kadar .... elde edileceğini belirleyen bileşen .... bileşendir.

10. Bir tepkimeden elde edilen .... miktarının tepkime denkleminden hesaplanan .... miktarına oranının 100 ile çarpılması sonucu % .... bulunur.

C. Aşağıdaki ifadelerden doğru olarak düşündükleriniz için "D", yanlış olarak düşündükleriniz için "Y" harfini yay ayraç içine yazınız. Yanlış olarak düşündüğünüz ifadenin doğrusunu verilen boşluğa yazınız.

1. Kimyasal tepkimelere dayalı hesaplamalar yapılırken mol ve mol oranı kullanılır. (.....)

   ....

2. Bir elementteki ya da bileşikteki atomların atom kütlelerinin toplamı, o element ya da bileşiğin molar kütlesidir. (.....)

   ....

3. Gerçek verim tepkime denklemine göre hesaplanan ürün miktarıdır. (.....)

   ....

4. Kimyasal tepkime denklemi, kimyasal değişim ya da tepkimenin sembollerle, kısaca ifadesidir. (.....)

   ....

5. Tepkime denklemlerinin denk yazılmasının gerekçesi Katlı Oranlar Kanunudur. (.....)

   ....

6. Kimyada madde miktarı birimi gramdır. (.....)

   ....

7. $A + B \longrightarrow AB$ şeklinde sembolize edilen tepkimeler analiz tepkimeleridir. (.....)

   ....

8. HCl*(suda)* + $NaOH$*(suda)* $\longrightarrow$ $NaCl$*(suda)* + H_2O*(su)* tepkimesi asit - baz tepkimesidir. (.....)

   ....

9. İki çözelti karıştırıldığında çöken, bir bileşik ve çözelti oluşuyorsa bu tepkime çözünme - çökelme tepkimesidir. (.....)

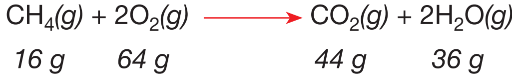
   ....

10. Tepkimede tamamen tükenen ve ürün miktarını belirleyen bileşen, artan bileşen adını alır. (.....)

   ....

D. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları yanıtlayınız.

1. **Belirli koşullarda gerçekleşen**



$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

16 g *64 g* *44 g* *36 g*

tepkimesi için aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Kütle korunmuştur.
B) Hacim korunmuştur.
C) Mol sayısı korunmuştur.
D) Atom sayısı korunmuştur.
E) Molekül türü korunmuştur.

2. **Kimyasal tepkimeler için aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Girenler her zaman ürünlerden fazladır.
B) Tepkime denklemleri ile gösterilir.
C) Kimyasal değişimleri ifade eder.
D) Enerji korunur.
E) Kütle korunur.

3. **Aşağıdaki kanunlardan hangisi** "Bir kimyasal tepkimede girenlerin kütleleri toplamı, ürünlerin kütleleri toplamına eşittir." **şeklinde ifade edilir?**

A) Sabit Oranlar Kanunu
B) Kütlenin Korunumu Kanunu
C) Katlı Oranlar Kanunu
D) Avogadro Kanunu
E) Bileşen Hacimler Kanunu

4. **Kimyasal tepkime denklemlerinden;**

I. Tepkimeye katılan ve oluşan maddeleri
II. Maddelerin mol oranlarını
III. Maddelerin hâllerini

bilgilerinden hangisi ya da hangilerini edinirsiniz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

5. **12,00 g karbon-12'de bulunan atom sayısı nedir?**

A) Molekül numarası B) Kütle numarası C) Avogadro sayısı
D) Atom kütlesi E) Proton sayısı

6. 

$2Al(k) + 3Cl_2(g) \longrightarrow 2AlCl_3(k)$

tepkimesinin türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Analiz B) Yanma C) Sentez
D) Çözünme-çökelme E) Asit-baz

7. Potasyum sülfat çözeltisi ile demir(II) klorür çözeltisi tepkimeye giriyor, demir(II) sülfat çöküyor.

Bu tepkimenin denklemi aşağıdakilerden hangisi ile sembolize edilebilir?

A) A(*g*) + B(*k*) ⟶ AB(*k*)

B) AB(*k*) + CD(*suda*) ⟶ AD(*suda*) + CB(*suda*)

C) AB(*suda*) + CD(*suda*) ⟶ AD(*suda*) + CB(*k*)

D) A(*k*) + CD(*suda*) ⟶ AD(*suda*) + C(*k*)

E) AB(*k*) ⟶ A(*k*) + B(*g*)

8. **Kaynak suyundan, yağmur suyundan ve çeşme suyundan elde edilen saf suda hidrojenin kütle oranı nasıl değişir?**

A) Kaynak suyundan elde edilen suda oran en büyüktür.

B) Çeşme suyundan elde edilen suda oran en büyüktür.

C) Yağmur suyundan elde edilen suda oran en küçüktür.

D) Üç sudan da elde edilen suda oran değişmez.

E) Bu verilerden yola çıkarak oranın değişimi ile ilgili bir şey söylenemez.

9. Sodyum suyla tepkimeye girerek sodyum hidroksit çözeltisi ve hidrojen gazı oluşuyor.

Tepkimenin denklemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $2Na(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow Na(k) + 2H_2(g)$

B) $2Na(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow 2NaOH(suda) + H_2(g)$

C) $2Na(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow NaOH(suda) + H_2(g)$

D) $Na(k) + H_2O(s) \longrightarrow NaOH(suda) + H_2(g)$

E) $Na(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow NaOH(suda) + 2H_2(g)$

10. **C_3H_7OH bileşiğindeki karbonun kütlece yüzdesi kaçtır?** (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

A) 60 B) 50 C) 40 D) 30 E) 20

11. Alüminyum oksit bileşiğinin kütlece yüzde bileşimi %47,1 oksijen, %52,9 alüminyum şeklindedir.

Buna göre, 19,232 g oksijenle kaç gram alüminyum tepkimeye girmiştir?

A) 216 B) 108 C) 21,6 D) 10,8 E) 5,4

12. Güldürücü gaz olarak adlandırılan gaz, azot ve oksijen atomlarını içerir. Bu gazda azotun oksijene oranı $\frac{7}{4}$'tür.

Buna göre, aşağıdaki kütle verilerinden hangisi güldürücü gaza ait olabilir?

A) 1 g N, 1,75 g O B) 3,5 g N, 1,75 g O C) 3,5 g N, 1 g O

D) 1,75 g N, 3,5 g O E) 1,75 g N, 1 g O

13. $C_3H_6O(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

tepkimesi denkleştirildiğinde katsayılar sırasıyla aşağıdakilerden hangisi olur?

A) 1, 4, 3, 3 B) 1, 2, 3, 2 C) 2, 4, 3, 1

D) 2, 4, 1, 3 E) 2, 1 ,4 ,3

14. $MgCl_2$ aşağıdaki tepkime denklemine göre elde ediliyor.



$$Mg(OH)_2(suda) + 2HCl(suda) \longrightarrow MgCl_2(suda) + 2H_2O(s)$$

Buna göre, 29 g magnezyum hidroksit ile 40 gram hidroklorik asidin tepkimesinden kaç gram magnezyum klorür elde edilir? (Cl: 35,5 g mol^{-1}, Mg: 24 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

A) 13,5 g B) 25,5 g C) 47,5 g D) 95,5 g E) 192,5 g

15. 4 g magnezyum oksitin hidroklorik asit ile tepkimesinden 8,455 g magnezyum klorür elde ediliyor. **Tepkimenin % verimi kaçtır?** (Mol kütleleri için 14. sorudaki değerleri kullanınız.)

A) %88 B) %89 C) %90 D) %91 E) %92

16. **3 mol $Al_2(CrO_4)_3$ bileşiğindeki oksijenin kütlesi kaç gramdır?** (Cr: 52 g mol^{-1}, Al: 27 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1})

A) 192 g B) 224 g C) 288 g D) 480 g E) 576 g

17.

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

tepkimesine göre, 0,25 mol etanın (C_2H_6) yanması ile kaç gram CO_2 gazı oluşur? (O: 16 g mol^{-1}, C: 12 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

A) 5,5 g B) 11 g C) 16,5 g D) 22 g E) 44 g

18. **$3,01 \cdot 10^{23}$ tane molekül içeren gaz aşağıdakilerden hangisi olabilir?** (Cl: 35,5 g mol^{-1}, F: 19 g mol^{-1}, O: 16 g mol^{-1}, N: 14 g mol^{-1}, H: 1 g mol^{-1})

A) 71 g Cl_2 B) 19 g F_2 C) 32 g O_2 D) 28 g N_2 E) 2 g H_2

19.

$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$

tepkimesine göre 8 mol hidrojen gazının yeterince klor gazı ile tepkimesinden NK'da kaç litre hidrojen klorür gazı elde edilir?

A) 358,4 L B) 268,8 L C) 179,2 L D) 134,4 L E) 89,6 L

20.

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$$

tepkimesine göre, 17 g amonyak gazından kaç mol azot monoksit gazı oluşur? (Mol kütleleri için 18. sorudaki değerleri kullanınız.)

A) 0,25 mol B) 0,50 mol C) 1 mol D) 2 mol E) 4 mol

CEVAP ANAHTARLARI

1.ÜNİTE

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. BÖLÜMÜ

1. 20 g
2. 1/4
3. % 25
4. 1/2

B. BÖLÜMÜ

1. D
2. Y (İspatlanabilir.)
3. Y (Proust kanunu olarak bilinir.)
4. Y (Sabit oranlar kanununun sonucudur.)
5. D

C. BÖLÜMÜ

1. kütle
2. oran
3. aynı
4. molekül/molekül/molekül/molekül/atom molekül/atom/molekül/atom/tepkime/atom

ALIŞTIRMA CEVAPLARI

1. Alıştırma: 17,6 g

2. Alıştırma: 1. a) 36 g Al, 64 g S b) % 36 Al, % 64 S 2. a) $\frac{Mg}{N} = \frac{18}{7}$ b) 14,4 g Mg, 5,6 g N c) %72 Mg, %28 N

3. Alıştırma: a) $\frac{3}{4}$ b) $\frac{4}{3}$ c) I. Bileşik 126 g, II. Bileşik 132 g

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. BÖLÜMÜ

2. Aspirin 180 g, çinko $1,08 \cdot 10^{-21}$g, oksijen $1,06 \cdot 10^{-22}$g'dır. Buna göre 1 mol aspirinin kütlesi büyüktür.
3. a) 20 g mol^{-1} b) 71 g mol^{-1}
c) 207 g mol^{-1} ç) 162,5 g mol^{-1}
d) 108 g mol^{-1}
4. a) 0,025 mol b) 2 mol
c) 3,5 mol ç) 0,5 mol d) 1 mol
5. a) $1.50 \cdot 10^{21}$ b) $1,50 \cdot 10^{22}$
c) $1,50 \cdot 10^{23}$ ç) $1,50 \cdot 10^{24}$
6. Pb: %62,53 N: %8,46 O: %29,01
8. 24,30 **9.** 52 g mol^{-1}

B. BÖLÜMÜ

1. D
2. Y ($1,806 \cdot 10^{24}$) **3.** D
4. Y (Adlandırılamaz. Karbon-12 izotopunun kütlesinin 1/12 'i 1 atomik kütle birimidir. Mol, $6,02 \cdot 10^{23}$ taneciğin miktarıdır.)
5. D
6. D
7. D
8. D

C. BÖLÜMÜ

1. elektron
2. mol
3. madde miktarı
4. Avogadro
5. Bağıl atom kütlesi

ALIŞTIRMA CEVAPLARI

1. Alıştırma: 34,968 değerine yakın ve $\approx$ 35,452 u
2. Alıştırma: 124 g mol^{-1}
3. Alıştırma: 9 g mol^{-1}
4. Alıştırma: 0,1 mol
5. Alıştırma: $2,408 \cdot 10^{23}$
6. Alıştırma: $9,632 \cdot 10^{21}$ tane N_2 ve 0,448 g

3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. BÖLÜMÜ

1. a) $P_4(k) + 5O_2(g) \longrightarrow 2P_2O_5(k)$, Sentez tepkimesi
b) $2KOH(suda) + H_2SO_4(suda) \longrightarrow K_2SO_4(suda) + 2H_2O(s)$, Asit-baz tepkimesi
c) $2Fe(OH)_3(k) \xrightarrow{ısı} Fe_2O_3(k) + 3H_2O(g)$, Analiz tepkimesi
ç) $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$, Yanma tepkimesi
d) $2AgBr(k) \xrightarrow{gün\ ışığı} 2Ag(k) + Br_2(g)$, Analiz tepkimesi
e) $AgNO_3(suda) + NaCl(suda) \longrightarrow AgCl(k) + NaNO_3(suda)$, Çözünme-çökelme tepkimesi

2. a) $2H_2O_2(suda) \longrightarrow 2H_2O(s) + O_2(g)$, Analiz tepkimesi
b) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$, Yanma tepkimesi

c) $BaCl_2$*(suda)* + Na_2SO_4 *(suda)* ⟶ $BaSO_4$*(k)* + 2NaCl*(suda)*, Çözünme-çökelme tepkimesi

ç) H_2SO_4*(suda)* + $Ca(OH)_2$*(suda)* ⟶ $CaSO_4$*(k)* + $2H_2O$*(s)*, Asit-baz tepkimesi

d) CaO*(k)* + H_2O*(s)* ⟶ $Ca(OH)_2$*(suda)*, Sentez tepkimesi

3. a) 0,2 mol b) 0,2 mol c) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane ç) 45 g d) 80 g e) $1{,}35 \cdot 10^{24}$ tane
f) 5,6 L g) 9 hacim gazdan 10 hacim gaz elde edilir.

4. a) 426 g b) P (fosfor) c) %85

5. 8 amonyak molekülü oluşur. 2 molekül hidrojen artar. Sınırlayıcı bileşen azottur. **7.** 33,6 L

B. BÖLÜMÜ

1. D **2.** D **3.** Y (Sınırlayıcı bileşen O_2'dir.) **4.** Y (Asit-baz tepkimesidir). **5.** D

C. BÖLÜMÜ

1. katsayı 2. %100 3. en az 4. $Ba_3(PO_4)_2$*(k)* 5. gaz 6. sentez

ALIŞTIRMA CEVAPLARI

1. Alıştırma:

a) 4Al*(k)* + $3O_2$*(g)* ⟶ $2Al_2O_3$*(k)*

b) $2SO_2$*(g)* + O_2*(g)* + $2H_2O$*(s)* ⟶ $2H_2SO_4$ *(suda)*

c) P_4*(k)* + $5O_2$*(g)* ⟶ $2P_2O_5$*(k)*

d) $3H_2$*(g)* + N_2*(g)* ⟶ $2NH_3$*(g)*

e) $2C_2H_2$*(g)* + $5O_2$*(g)* ⟶ $4CO_2$*(g)* + $2H_2O$*(g)*

4. Alıştırma:

1. a) Bileşikten elementler elde edildiği için analiz tepkimesidir.
   b) Bir bileşikten farklı bir bileşik ve element elde edildiği için analiz tepkimesidir.
2. a) Analiz tepkimesidir. Çünkü bir bileşikten elementler ve bileşikler elde edilmiştir.
   b) Sentez tepkimesidir. Çünkü elementlerden bileşik oluşmuştur.

5. Alıştırma: HNO_3*(suda)* + KOH*(suda)* ⟶ KNO_3*(suda)* + H_2O*(s)*
Asit *Baz* *Tuz* *Su*

2HCl*(suda)* + $Ca(OH)_2$*(suda)* ⟶ $CaCl_2$*(suda)* + $2H_2O$*(s)*
Asit *Baz* *Tuz* *Su*

6. Alıştırma: 2. a) yanma b) sentez c) analiz ç) çözünme - çökelme

3. $MgCl_2$*(deniz suyunda)* + $Ca(OH)_2$*(k)* ⟶ $Mg(OH)_2$*(k)* + $CaCl_2$*(suda)*

7. Alıştırma: 22,5 mol CO

8. Alıştırma: $4{,}515 \cdot 10^{23}$ tane H_2 molekülü

9. Alıştırma: a) 1 mol S atomu b) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane

10. Alıştırma: 84 g N_2 gazı, 46 g Na

11. Alıştırma: 5,6 L

12. Alıştırma: 352 g CO_2

13. Alıştırma: 40 g SiC, 36 g C artar.

14. Alıştırma: 74,5 g KCl

1. ÜNİTE DEĞERLENDİRMESİ

A. BÖLÜMÜ

4. a) $\frac{3}{2}$ b) $\frac{2}{3}$ c) SO_2

5. a) Her satırda $\frac{3}{2}$'dir. b) 3,2 g oksijen 8 g bileşik oluşur. c) MgO ç) %60 Mg %40 O

d) Mg*(k)* + $\frac{1}{2}O_2$*(g)* ⟶ MgO*(k)*, Sentez ya da yanma

7. ^{6}Li: %7,5 ^{7}Li %92,5

8. a) 124 g mol^{-1} b) 36,5 g mol^{-1} c) 134,5 g mol^{-1} ç) 310 g mol^{-1} d) 860 g mol^{-1}

9. a) 360 g mol^{-1} b) 48 mol atom c) 1 ç) 12 mol d) $7{,}224 \cdot 10^{24}$ tane

12. 0,5 mol, 50 g

13. Üçünde de eşit sayıda ($3{,}76 \cdot 10^{22}$ tane) oksijen atomu vardır.

14. H: $1,66 \cdot 10^{-24}$ g C: $1,99 \cdot 10^{-23}$ g O: $2,66 \cdot 10^{-23}$ g

15. a) 0,125 mol b) 0,0625 mol c) 0,05 mol ç) 1,5 mol

16. 67,2 L 17. 2,24 L 18. $3,01 \cdot 10^{22}$ tane

19. a) $2Mg(k) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(k)$

d) $Mg(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow Mg(OH)_2(suda) + H_2(g)$

$2Mg(k) + O_2(suda) \longrightarrow 2MgO(k)$

$2Mg(k) + CO_2(suda) \longrightarrow 2MgO(k) + C(k)$

20. $Mg(OH)_2(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow MgCl_2(suda) + 2H_2O(s)$

21. $Pb(NO_3)_2(suda) + 2KI(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2KNO_3(suda)$, Çözünme-çökelme tepkimesi

22. a) Sentez (oluşum) b) Yanma c) analiz (ayrışma) ç) asit - baz d) Çözünme - çökelme

23. a) $Na_2CO_3(k) + 4C(k) + N_2(g) \longrightarrow 2NaCN(k) + 3CO(g)$

b) $4BCl_3(g) + P_4(k) + 6H_2(g) \longrightarrow 4BP(k) + 12HCl(g)$

c) $Zn(k) + FeCl_2(suda) \longrightarrow ZnCl_2(suda) + Fe(k)$

ç) $2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$

24. a) $2NaCl(k)$, sentez (oluşum) b) $2H_2O_2(suda)$, analiz (ayrışma)

c) $5O_2(g)$, yanma ç) $NaNO_3(suda) + AgCl(k)$, çözünme-çökelme

25. a) 2,5 mol b) 1740 g c) $1,505 \cdot 10^{25}$ molekül ç) $2,408 \cdot 10^{25}$ atom d) 10 mol

e) 2240 L f) 186 g g) 0,6 mol h) 310 g

26. $\approx$ 234 g **27.** Yeterli olmaz. 24 g ürün oluşur.

28. Sınırlayıcı bileşen bisiklet gövdesidir. Teker artar. 5 bisiklet yapılabilir. **29.** $\approx$ %97

B. BÖLÜMÜ

1. ürün **2.** sabit **3.** katlı **4.** 4

5. alüminyum klorür/oksijen/ analiz(ayrışma)/bir/iki

6. iyot/sentez(oluşum)/iki/karmaşık

7. karbon dioksit/yanma

8. bağıl atom kütlesi/ bağıl atom kütlesi/ bağıl atom kütlesi/ bir/bir/22,4

9. ürün/sınırlayıcı **10.** ürün/ürün/verim

C. BÖLÜMÜ

1. D **2.** D **3.** Y (Teorik verimdir.)

4. D

5. Y (Kütlenin korunumu kanunudur.)

6. Y (Moldür.)

7. Y (Sentez tepkimesidir.)

8. D

9. D

10. Y (Sınırlayıcı bileşendir.)

D. BÖLÜMÜ

1. E **2.** A **3.** B
4. E **5.** C **6.** C
7. C **8.** D **9.** B
10. A **11.** C **12.** E
13. A **14.** C **15.** B
16. E **17.** D **18.** B
19. A **20.** C

2.ÜNİTE

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

A. BÖLÜMÜ

6. a) 6 b) 54 g

c) 60 g ç) %10

d) %6 seyreltiktir. Çünkü daha az çözünen madde içerir.

B. BÖLÜMÜ

1. D

2. Y (Heterojen-homojen sınıflandırması tanecik boyutunda yapılır.)

3. Y (Boya heterojen karışımdır.)

4. D **5.** D **6.** D

7. Y (Aerosollerde dağılan faz, gaz olamaz.)

8. D **9.** D

10. Y (Çözücü ve çözünen arasında etkileşimler çözünmeyi belirler.)

11. Y (Polar bir madde genellikle apolar bir maddede çözünmez.

12. D

13. Y (Kireçli suyun kaynama sıcaklığı suyun kaynama sıcaklığından yüksektir.)

C. BÖLÜMÜ

1. erime noktası

2. antifiriz

3. düşük sıcaklık

4. %10

ALIŞTIRMA CEVAPLARI

2. Alıştırma: $Ca(NO_3)_2(k) \longrightarrow Ca^{2+}(suda) + 2NO_3^-(suda)$

$KF(k) \longrightarrow K^+(suda) + F^-(suda)$

$K_3PO_4(k) \longrightarrow 3K^+(suda) + PO_4^{3-}(suda)$

3. Alıştırma: 1. 5000 mg 2. %10 3. %3